كراسات علمية

سلسلة غير دورية تعنى بالإتجاهات العلمية الحديثة

مخاطر التلوث البيئي

دكتور كيميائي

حمدى أبو النجا

تصدرها :

المكتبة الأكاديمية

رئيس التحرير

أ. د. أحمد شوقى

مدير التحرير

أ. أحمد أمين

مخاطر التلوث البيئي دكتور كيميائي / حمدى أبو النجا









كراسات علمية

سلسلة غير دورية تصدرها المكتبة الأكاديمية

تعنى بتقديم الاجتهادات العلمية الحديثة

رئيس التحرير أ.د. أحمد شوقى   مدير التحرير أ. أحمد أمين

المراسلات :

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨.٢٨٥.٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير – الدقى – الجيزة

القاهرة – جمهورية مصر العربية

تليفون : ٣٧٤٨٥٣٨٢ – ٣٣٣٦٨٣٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)



المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

الحاصلة على شهادة الجودة

ISO 9002

Certificate No.: 82210

03/05/2001

مخاطر التلوث البيئي

المشكلات – المصادر – التأثيرات – المواجهات والتعامل



مخاطر التلوث البيئي

المشكلات – المصادر – التأثيرات – المواجهات والتعامل

دكتور كيميائي / حمدي أبو النجا

مستشار الصناعات البترولية والكيميائية

الخبراء العرب في الهندسة والإدارة (تيم)



الناشر

المكتبة الأكاديمية

شركة مساهمة مصرية

٢٠١٢

حقوق النشر

الطبعة الاولى ٢٠١٢م-١٤٣٣هـ

المكتبة الاكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

تليفون : ٣٧٤٨٥٢٨٢ - ٣٣٣٦٨٢٨٨ (٢٠٢)

فاكس : ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

هذه السلسلة

تعد استجابة منطقية لما لقيته شقيقتها الكبرى " كراسات مستقبلية " التي بدأ ظهور أعدادها الأولى عام ١٩٩٧ ، من الترحاب والتشجيع ، المقرونين بالدعوة إلى زيادة مساحة العلم في إصدارات السلسلة إلى أقصى حد ممكن.

لقد دفعتنا هذه الدعوة إلى التفكير في أن نفرد للموضوعات العلمية سلسلة خاصة ، تستحقها ، فكانت هذه السلسلة ، التي تمثل تطويرًا وتوسعًا في أحد محاور "كراسات مستقبلية" ، حيث ذكر في مقدمتها ما نصه :

"الإلمام بمنجزات الثورة العلمية والتكنولوجية ، التي تعد قوة الدفع الرئيسية في تشكيل العالم ، مع استيعاب تفاعلها مع الجديد في العلوم الاجتماعية والإنسانية ، من منطلق الإيمان بوحدة المعرفة".

ومن ملامح هذه السلسلة :

- المحافظة - على شكل المقال التفصيلي الطويل (Monograph). الذي تتميز به الكراسات عادة.
- الحرص على تقديم الاتجاهات والأفكار العلمية الجديدة ، بجانب تقديم المعارف الخاصة بمختلف المجالات الحديثة ، بشكل يسمح للقارئ "المتعلم غير المتخصص"، الذي يمثل القارئ المستهدف للكراسات ، بالقدر الكافي من الإلمام والقدرة على المتابعة.
- وفي تقديمها للاتجاهات والمعارف العلمية الحديثة ، لن تتبنى الكراسات الشكل النمطي لتبسيط العلوم ، الذي يستهدف النجاح في إضافة كمية - قلت أو كثرت - لبعض المعارف العلمية إلى ثقافة المتلقي. إننا لا نتعامل مع هذا العلم كإضافة ، ولكن كمكون عضوي أصيل للثقافة المعاصرة ، وهو مكون ثري، يتضمن المناهج والمعلومات والأفكار والاتجاهات.
- وتأكيدًا لعدم النمطية ، ستتسع السلسلة للتأليف والترجمة والعرض ، وتتضمن اجتهادات التبسيط والتنظير والاستشراف ، وستنطلق من أهمية تضامن المعرفة والحكمة، وارتباط العلم الحديث بالتكنولوجيا Technoscience ، مع التركيز على أهمية ارتباطها معًا بالأخلاق.

وبعد ، فإنني أتقدم بالشكر إلى كل الزملاء الذين تحمسوا للفكرة ، وساهموا في تقديم المادة العلمية للسلسلة. وباسمهم وباسمي، أشكر الصديق العزيز الأستاذ أحمد أمين ، الناشر المثقف الذي احتفى من قبل بسلسلة " كراسات مستقبلية "، وشجعنا على إصدار هذه السلسلة الجديدة. والله الموفق.

هذه الكراسة

هى «اللحن الأخير» لمؤلفها الصديق الراحل الدكتور كيميائي/ حمدي أبو النجا، مستشار الصناعات البترولية والبتروكيميائية، الذى طالما أثرى الكراسات بأعماله المتميزة. لقد اختار أن يستعرض فيها مختلف أشكال التلوث البيئي، أشكاله ومصادره وتأثيراته وكيفية مواجهته. وبعد أن عرف التلوث والملوثات، شرح بالتفصيل الجوانب المختلفة لتلوث المياه والهواء والتربة، وكذلك التلوث بالمواد الصلبة والمخلفات السامة، وتأثير ذلك على صحة البيئة والأفراد، وأساليب المعالجة. ولا أظننا فى حاجة إلى أن نؤكد أهمية هذا الموضوع، الذى اتفق على كونه من أهم المشكلات الكوكبية التى تواجه المستقبل المشترك للبشر؟ إننا ندعو لمؤلفنا بالرحمة، وبأن يكون هذا العمل فى ميزان حسناته.

أحمد شوقى

يناير ٢٠١٢

إهـــــداء

إلى كل الذين يعملون من أجل الغد الأفضل لمصـــر الغالية، أتقدم بعملي هذا، داعيًا أن نسير معًا، ورغم الطريق الطويل والصعب، إنما لابد وأن نمضي.

والله الموفق



المحتويـــات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال



١- مدخل

يتزايد اهتمام الأفراد سواء كانوا متخصصين، أو من المثقفين أو العامة، بموضوعات ومشكلات وتأثيرات أنواع التلوث، الحادثة في عديد من مقومات الحياة، من ماء، هواء، أطعمة، تربة، أماكن العمل، وغيرها من المواقع، إذ إن أغلبها ما تكون ملوثة، وأحيانا بنسب مرتفعة وشديدة التأثير، ورغم ذلك، الاهتمام الواسع، الموجود والمسيطر، إلا إنه يزداد سوءًا عند دراسة المركبات المسببة للتلوث، وأحياناعند الإصابة بالأمراض، خاصة السرطانات أو تشويه المواليد، إذ إن هناك اختلافات، قد تكون علمية أو عملية، في الآراء وطرق المواجهة، وأساليب تحقيق الأمن والسلامة، بما في ذلك التي تتناول أنواع الكيماويات، والموجود منها في الأدوية المختلفة، وأيضا في المنتجات المنزلية، والمستخدم يوميًا من سلع، سواء كانت مستهلكة أو دائمة. والتي قد تؤثر بالأضرار على صحة وأداء الأفراد. وأيضا الحيوانات والبناتات، وبذلك فإن هناك مجهودات كبيرة ومذكورة، يقوم بها العلماء في فروع علوم السميات والأوبئة وتقييم المخاطر، وكيفية التعامل معها، ولكن أغلب هذه الموضوعات والمناقشات لم يتم بعد حسمها بوضوح.

إن الهدف الرئيسي من هذا الكتيب أن يتقدم بوصف عن كيفية إحداث أنواع التلوث، وما أهم المسببات في ذلك، وكيف تتم المعالجة، ثم المواجهة والمنع، ومع إيضاح النواحي العلمية المتعلقة بهذه الموضوعات والعوامل، وصولا إلى الفهم والإيضاح عن التلوث، والذي أصبح من أهم مشكلات هذا العصر وعلى نحو دائم وشديد التأثير.

وتعاونا مع ما قد تقوم به الحكومات والهيئات من المحاولات وإصدار للتشريعات، فإن ذلك الكتيب قد يساعد في التوصل إلى الأهداف التي تتفق مع الحياة الصحية وتحقيق الأمن والسلامة للمجتمع.

ومن الثابت أن التلوث بمختلف صوره، الطبيعية أو الكيميائية، يتزايد مع زيادة النشاط الإنساني، والتي تؤثر بدورها على البيئة، لتتغير أيضا مع النشاط الإنساني، فما هو التلوث، ولماذا يتفاقم على نحو مستمر، ليس فقط في مصر، بل في عديد من الدول، ويؤثر على كل من الإنسان، النبات، الحيوان، التربة، وبالتالي يلزم إذا ما تم التحديد الدقيق للتلوث، تحديد طرق المواجهة، والتي هي بالأساس طرق كيميائية لأن أغلب أنواع الملوثات كيميائية، والتي جميعها مرتبطة بفرع الكيمياء العضوية.

بذلك فإن الهدف يتناول الرغبة في إيجاد فهم مشترك بين الأفراد، وداخل طبقات المجتمع، وإلا على الأرض السلام.



٢- ما التلوث ، وما الملوثات؟؟؟

تعريف التلوث: وجود كمية مرتفعة من مركب ما في غير مكانه الصحيح، لذلك من غير الصحيح إطلاق مسمى غير ملوثة (أو سامة) على بعض المواد، إذ من اللازم التحديد الدقيق والواضح للكمية القصوى غير المؤثرة، والتي لا زالت آمنة وغير محدثة للتلوث (أو السمية). ويطلق عليها باللغة الإنجليزية (No Observed Effect Level) والاختصار تعمل الحروف الأولى من هذا المسمى (NOEL).

ويشتمل الجدول (رقم ١) على أهم مصادر التلوث، وما تحدثه من آثار صحية وبيئية.

وهناك تعريف آخر إضافي للتلوث، وينص على: التلوث ينشأ من أي خلل في أنظمة الماء أو الهواء أو الغذاء أو التربة، ويؤثر على نحو مباشر أو غير مباشر على الكائنات الحية، ويلحق بها الأضرار، وكذلك على البيئة، وبما بها من ممتلكات اقتصادية، ومما يسبب الخسائر المختلفة.

وللتعريف بأنواع الملوثات، فإنها تشمل الآتي:

الملوثات الطبيعية من: أتربة، براكين، غازات، حبوب اللقاح، **مخلفات** الأجسام والكائنات المتوفاة، حدوث التفريغ للشحنات الكهربائية (البرق – الرعد)، ....إلخ.

الملوثات الكيميائية وتشمل: المبيدات بأنواعها، الإسبوتس، عادم السيارات، أكاسيد النيتروجين والكبريت، الجزئيات الدقيقة العالقة، الكيماويات، المركبات العضوية المتطايرة (VOC)، أول أوكسيد الكربون...إلخ.

الملوثات الفيزيقية: الأصوات، الضوضاء، الحرارة، أنواع الإشعاعات...إلخ.

الملوثات البيلوجية: نواتج الأفراد والكائنات الحية، الكائنات الدقيقة، الفيروسات، البكتريا، الميكروبات، حبوب اللقاح...إلخ.

والملوثات يوجد بينها فروق هامة

ملوثات قابلة للتحلل: بتأثير العوامل **الطبيعية** والمناخية والبيئية والبيولوجية، وغيرها بحيث يتم تفتيتها وتغير خواصها وحالتها.

ملوثات غير **قابل للتحلل**: لا يمكن تفتيتها عضويًا، ويستغرق تحللها أوقات زمنية طويلة، مثال: أنواع الكاوتشوك، البلاستيك، الزجاجيات، ونواتج بعض الصناعات التحضيرية،...إلخ، وقد تكون مواد صلبة أو سوائل أو غازات.

ملوثات مباشرة: تصل إلى الكائنات الحية المختلفة على نحو مباشر.

ملوثات غير مباشرة: تصل عن طريق الغذاء، الماء، الهواء، التربة، مياه الري، حمامات السباحة،...إلخ.

جدول (١)

أهم مصادر الملوثات وما تحدثه من آثار صحية وبيئية

الملوثات	أهم المصادر	الآثار التي تحدثها
الكيماويات والمبيدات	الصرف الصناعي، النفايات الصناعية.	فناء ومرض الأسماك والقواقع والصدفيات والكائنات الدقيقة.
خامات ومنتجات بترولية	التسرب، الصرف الصناعي والمدني، التبخر.	تدمير النظام البيئي، فناء الكائنات الدقيقة...إلخ.
المعادن الثقيلة (زنك، نحاس، رصاص، زئبق، كادميوم، قصدير، زرنيخ).	النفايات والمخلفات الصناعية والتعدينية.	أسماك ملوثة، ماء ملوث، هواء ملوث، سرطانات متنوعة، تدمير النظام البيئي.
مركبات/ وجزئيات عالقة	طحالب ميتة، أنشطة وعوادم مختلفة،تعرية التربة.	حجب الضوء عن النباتات البحرية.
الأسمدة والمخصبات	الصرف الزراعي، الأسمدة.	تجمعات كبيرة من الطحالب، تدمير الأحياء البحرية.
البلاستيك والمطاط الصناعي	القمامة بأنواعها، المخلفات الصناعية واليومية.	خنق الحياة البحرية، تدمير البيئة الطبيعية، موت الصدفيات والكائنات الدقيقة.

٢-١ مسارات تأثيرات التلوث:

الكيماويات من أخطر أنواع الملوثات، وتصنف جميع المركبات على أنها سامة طبقًا للجرعة التي تصل بها إلى الأفراد، وتتركز الصعوبة في إمكانيات قياس نسب التلوث، وتحقيق إجراءات الوقاية أو المنع عليها، ويضاعف من تأثيرات التلوث حدوثه في الأماكن المغلقة؛ إذ تكون سيئة التهوية، ويقل ذلك التأثير عند حدوثه في الأماكن المفتوحة ذات التهوية الجيدة.

ويحدد علم صحة البيئة تقييم لمقدار التعرض الإجمالي (Total Exposure Assesment) وتحمل الرمز (TEA)، والتي يلزم قياسها بدقة من أجل تحديد التأثيرات؛ خاصة لملوثات الهواء على الصحة العامة للأفراد، مع ضرورة قياسها في

الساحات المشغولة بالأفراد، مع الاحتياج إلى متابعة القياسات. خلال الفترات الزمنية التي يستمر فيها التلوث؛ خاصة في الأماكن المغلقة.

هذا والعوامل التي تتركز فيها تأثيرات الملوثات، هي التالية:

أ- **الزيادة الكبيرة**، سواء في الأعداد، أو الأنواع، لما يتم استخدامه من معدات وأدوات في المنازل أو المكاتب أو أماكن العمل، مثال المصانع والورش، وحيث ينتج عنها أبخرة أو أدخنة أو خرير أو خلافه، ومما يجعلها صانعة للتلوث.

ب- **التحسن الكبير** والملموس الذي حدث في وسائل وإمكانيات العزل بأنواعها المختلفة (حراري، صوتي ...إلخ)، يساعد في ذلك أماكن وأوضاع الحوائط والأبواب، والفواصل، ومما يساعد على الاحتفاظ بالملوثات المنبعثة، ويحقق وصول نسب عالية ووجود للملوثات، خاصة في الأماكن المغلقة، وإلى حدود الخطر على صحة الأفراد، ومختلف الكائنات والنباتات.

جـ- **بقاء الأفراد** داخل الأماكن المغلقة لفترات أطول بكثير مقارنة بفترات البقاء في الأماكن المفتوحة. ويقدر أن الفرد العادي يقضي قرابة ٩٠٪ من وقته في الأماكن المغلقة، ومما يزيد من التعرض لمخاطر الملوثات، ويبدو ذلك بوضوح شديد عند مراقبة الأطفال الصغار، والنساء الحوامل، والمسنين، وأيضًا المصابين بأمراض مزمنة.

ومن الثابت أن أكثر الملوثات تأثيرا يوجد في الدول النامية، ويقدر أن حوالي ٣٥٠٠ مليون فرد يستخدمون كوقود لطبخ الطعام والتسخين أو التدفئة بحرق الأخشاب، أو الفحم، أو مخلفات الأغنام والماشية، والتي تنبعث منها الملوثات الخطرة، خاصة عندما تكون التهوية غير كافية أو جيدة، وأحيانا غير متوافرة أصلا، أو لا يتم مراعاة ذلك عند الإنشاء، وبذلك تزداد تأثيرات الملوثات من غازات وأدخنة وجسميات دقيقة عالقة.

ومن الممكن تحديد أربع أنواع من المشكلات، التي تنتج عند زيادة تأثير الملوثات في الهواء، خاصة في الأماكن المغلقة بالدول النامية:

أ - **إصابة أو عدوى الجهاز التنفسي**.

ب - **الإصابات المزمنة للرئتين**، مثال حدوث أمراض: الربو، الالتهاب الشعبي. الكحة الحادة...إلخ.

جـ- **الإصابة بسرطان الرئة.**

د - **المواليد المشوهين** وذوو الاحتياجات الخاصة.

وفي دارسة أجريت في المكسيك على النساء بين اللاتي يتعرضن للأدخنة الملوثة في الأماكن المغلقة لفترات مستمرة أو طويلة، إذ وجد أن إصابتهن بتأثيرات الملوثات تصل إلى حوالي ٧٥ ضعف ما يحدث للنساء، اللاتي لا يتعرضن على الإطلاق لهذه الملوثات، ويفضلن البقاء في الأماكن المفتوحة وجيدة التهوية.

ولمواجهة هذه المشكلات الصحية، فمن المقترح الآتي:

أ - **استخدام أفران** ووسائل حرق جيدة التهوية، مع خروج الملوثات بعيدة عن استنشاق الأفراد.

ب - حرق **الوقود** بفاعلية كبيرة، ومما يقلل من كميات استهلاكه.

جـ - **التحول إلى استخدام الوقود النظيف**، مثال: الغاز الطبيعي، أو الكيروسين الخالي من الكبريت والنيتروجين والعطريات.

د - **فرض سبل وقائية** جيدة على انبعاث الملوثات.

٢-٢ مصادر الملوثات في الدول المختلفة :

تشمل مصادر التلوث، خاصة في الدول الصناعية على الآتي:

أ - **انبعاث المركبات العضوية المحضرة**، خاصة السريعة التطاير، حيث تشمل: أنواع المذيبات، الألياف الصناعية، الكاوتشوك الصناعي، أنواع الخشب المضغوط؛ خاصة عند لصق رقائق الأخشاب بأنواع الغراء والمواد اللاصقة، سوائل اللحام، المنسوجات المختلفة المستخدمة في صناعة أكياس الوسائد والأسرة..الخ.

ب - **مكونات الغذاء** عند الطهي الخاطئ في أفران، أو مواقد غير صحية أو سليمة.

جـ - **عدم الحرق الكامل أو الخاطئ لأنواع الوقود**، مع وجود ملوثات بالوقود من الكبريت والنيتروجين والمركبات الحلقية وخلافه، وكذلك لانبعاث أول أوكسيد الكربون عند عدم كفاية الأوكسجين لصنع الاحتراق الكامل، ويزيد من مقدار التلوث استخدام الأخشاب أو الفحم كوقود.

د - **الأبخرة المنبعثة** من سوائل ومركبات التنظيف عند استخدامها المباشر دون احتياطات كافية.

هـ- **الأبخرة المنبعثة** من المواد اللاصقة أو الأصباغ، وكذلك من مواد ومركبات الألعاب وممارسة الهوايات.

و - **الأنواع المختلفة من أنواع المبيدات**، خاصة بطرق الرش.

ز - **المنظفات والمطهرات للهواء**؛ خاصة إذا كانت تعتمد على خفض الإحساس بالروائح، أو إذا ما كانت تقوم بإدخال روائح خارجية نفاذة؛ من أجل التغلب على الروائح القائمة والكريهة.

ح - **استخدام أنواع الايروسولات**، خاصة من أنواع المبيدات والمنظفات، أو من مصففات الشعر ودهاناته، أو لإضافات الأطعمة وعمليات الطهو.

ط- **أشعة الرادون**، والذي ينبعث كناتج ثانوي في عمليات التخصيب النووي، مثال اليوارنيوم، وسواء عند المعالجة لأنواع من الصخور أو التربة أو الماء. وكذلك يحتمل أن يتجمع في البدرومات والأدوار السفلى من الأبنية، ولكن مع ارتفاع درجة الحرارة، فإن الهواء الخارج من الأبنية يمكن أن يحمل معه هذه الأشعة المؤذية، ولربما يصل تركيزه إلى الحدود الخطرة أو الحرجة.

ي- **ألياف الإسبوتس**، عند استخدامه في أنواع العزل المختلفة، حيث يتم قطع هذه الأنسجة من أنواع الصخور الخاصة، وأصبحت ضرورية في العزل الحراري، ومنع انتشار الحرائق، وتغليف المواسير الساخنة أو الحاملة للبخار، وكذلك للأسطح المختلفة من أنواع المعادن أو البويات المدهونة عليها. ومن الثابت منذ عام ١٩٦٠ أن استنشاق أنسجة **الإسبوتس** تتسبب في إحداث نوع خاص ومميز من سرطان الرئة، ويقدر أنه يستغرق فترة قد تصل إلى حوالي ٢٠-٣٠ عامًا، حتى يتم ظهوره منذ تاريخ الاستنشاق، وذلك ما دعا وكالة حماية البيئة في أمريكا (EPA) إلى منع استخدامه، واتخاذ اللازم نحو إزالته من الأبنية والوحدات، بداية من المدارس والأماكن العامة، وكذلك إصدار النشرات التوضيحية لتحديد طرق التعامل مع **الاسبوتس** القديم السابق وضعه واستخدامه في الأبنية وعمليات العزل، وكذلك اللجوء إلى تغطيته بأنواع من الراتنجات أو البويات أو السوائل الملحية، وبهدف الإقلال من المخاطر على الصحة العامة للأفراد، خاصة التلاميذ الصغار السن والمسنين.

ك- التدخين: تحمل أدخنة التبغ الكثير من المخاطر الصحية، والتي تشمل جميع أنواع مسببات المخاطر التي سبق ذكرها، كما يتولى التدخين مضاعفة تأثيراتها،

بالإضافة إلى أي أنواع أخرى من مسببات التلوث، كما يتسبب التدخين في إحداث المخاطر على غير المدخنين، الذين يتصادف وجودهم في الأماكن التي يتواجد بها المدخنون (يعرف هذا بالتدخين السلبي)، والدخان يحتوي على عديد من الكيماويات المسببة للسرطانات، أو على الأقل المسببة للمشكلات بالجهاز التنفسي.

ومن الصعب تحديد الارتباط بين أنواع ملوثات الدخان مع المشكلات الصحية؛ مقارنة بما تحدثه الملوثات عامة من أمراض معدية أو سرطانات، لذا من الضروري إجراء الدراسات الإحصائية من أجل تحديد مدى تركيز التعرض الحرج ومرات تكرار حدوث المخاطر محل الدراسة، ثم تقدير حدود التطورات في إحداث التأثيرات المضاعفة وغيرها مما تسفر عنه النتائج. ويتناول علم السميات تحديد مدى الاحتياج إلى دراسة تأثيرات المركبات والمواد السامة على الصحة العامة للأفراد؛ وصولا إلى تقدير العلاقات الرابطة بين وجودها وتركيزاتها في البيئة، وما ينتج عنها من مشكلات صحية، وأمراض الجهاز التنفسي والجهاز المعوي، وصولاً إلى السرطان.

٢-٢-١ التلوث في مدينة القاهرة:

يحدث تلوث الهواء في القاهرة من عدة مصادر منها: الزيادة الكبيرة في أعداد وسائل النقل المختلفة، إضافة إلى وجود عديد من المصانع وغيرها من الملوثات.

وتقدر أعداد السيارات في مدينة القاهرة بحوالي اثنين مليون، مع معدل زيادة سنوي بحدود ٣٠٪، وبعدد رحلات يومية بحدود خمسة مليون رحلة. والنتيجة تكدس السيارات بالشوارع، والتي أحيانًا تبدو أنها كجراج لحفظ السيارات وليس للتنقل.

كما تقدر معدلات التلوث بأن المنبعث من ١٠٠٠ سيارة يصل إلى ٣٢٠٠ كيلوجرام من أول أوكسيد الكربون، وحوالي ١٠٠٠ كيلو جرام من كل من أكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت، إضافة إلى ٣٥٠ كيلو جرام من أبخرة أنواع الوقود، وخاصة الجازولين.

هذا وتتزايد نسب الأتربة المتساقطة والعالقة والغازات السامة. وبحدود وصلت إلى عشرات ضعف النسب المسموح بها عالميًا، وطبقًا لما يشتمل عليه الجدول رقم (٢). ومن ذلك يتضح مدى خطورة التلوث الحادث في مدينة القاهرة، سواء على الإنسان أو النبات أو الحيوان أو المعادن المستخدمة في المستشفيات والأبنية.

جدول (٢)

الملوثات في مدينة القاهرة والنسب المسموح بها عالميا

نوع الملوث	المعدل في مدينة القاهرة	النسب المسموح بها عالميا
الأتربة العالقة بالهواء	٢٥٠-٥٢٣ ميكروجرام/ متر مربع	٧٥ ميكروجرام/ متر مربع
الأتربة السابحة فوق المدن الصناعية	١٥٠ طن/ ميل مربع/ شهريا	١٥ طن/ ميل مربع/ شهريا
غبار الأسمدة (حلوان)	٤٧٨ طن/ ميل مربع/ شهريا	١٥ طن/ ميل مربع/ شهريا
الأتربة العالقة	١٨٨٨ ميكروجرام/ متر مربع	٧٥ ميكروجرام/ متر مربع
مركبات الرصاص	١٥ ميكروجرام/ متر مربع	٨.٥ ميكروجرام/ متر مربع
الجزئيات الدقيقة العالقة	٠.١-١٠ ميكرون	٠.٢ ميكرون

تترسب طبقًا للظروف المناخية وحركة وشدة الرياح.

ومن الملاحظ تزايد نسب الأتربة المتساقطة والجزئيات العالقة، إضافة إلى الغازات السامة، كما يلاحظ من هذا الجدول أنها بلغت أضعاف النسب المسموح بها عالميًا، ويرجع السبب إلى الأنشطة الإنسانية المختلفة، إضافة إلى الصناعة، وكذلك القرب من المقطم، مع ارتفاع نسبة الرصاص، والجزئيات الدقيقة العالقة.

وفي محافظة حلوان بمفردها قرابة ١٧ مصنعًا للأسمنت والإسبوتس والحديد والصلب والخزف والصيني والفخار، والكيماويات والكوك والأسمدة ، وخلافها من الصناعات المختلفة، وحيث تصدر عنها الملوثات من أكاسيد الكبريت والنيتروجين وأول أوكسيد الكربون والرصاص والكادميوم والأمونيا والهيدروجين.

ويزيد من مشكلة التلوث في حلوان الطبيعة المناخية من انخفاض سرعة الرياح مع ارتفاع درجة الحرارة وندرة أو انعدام سقوط الأمطار، ومما يزيد من تركيز الملوثات مع تفاعلاتها بتأثير ضوء الشمس، ومما ينتج عنه ملوثات شديدة الخطورة. ويصل معدل الترسب السنوي في حلوان إلى حوالي ٣٠٤ جرامات لكل متر مربع شهريا، وكان ذلك الترسب لا يتجاوز ٤٣ جرامات منذ قرابة الثلاثين عام؛ أي تتضاعف بحوالي ٧ مرات.

كما بلغت كمية الدقائق العالقة بجو حلوان حوالي ٩٤٦ ميكروجرامات للمتر المربع من الهواء، بينما المسموح به أن لا تزيد عن ٧٥ كيلوجرامات للمتر المربع، وبعدها يبدأ الخطر وشدة التلوث، أي إن حلوان تعدت خط الخطر بحوالي ١٢ ضعفًا، كما أن غبار الأسمنت كما يتضح من الجدول قد تزايدت على نحو كبير (٤٧٨ مقابل ١٥ فقط).

كما أدت الملوثات بالقاهرة إلى زيادة امتصاص وتشتت الأشعة الشمسية سواء المرئية أو الفوق بنفسجية؛ مما يضعف كميات الإشعاع الشمسي الساقط، وهذا يؤدي إلى حالات انتشار ليونة العظام وكذلك الأمراض الجلدية والتنفسية والحساسية بأنواعها، إضافة إلى الأورام الخبيثة والسرطان بأنواعه، خاصة سرطان الجلد والرئة، كما أثبت البحث العلمي أن أوراق الحائط بما تحتوي عليه من مواد لاصقة سامة، فإنها تنبعث إلى الهواء، وتسبب بعض التأثيرات الصحية الضعيفة، ولكنها مستمرة لعديد من السنوات؛ مما يؤدي في النهاية إلى بعض أمراض الجهاز التنفسي والحساسية وغيرها من الأمراض العصرية، والتي لم يعرف بعد المسببات الحقيقية لها. كما أن ترسب الأسمنت المنبعث في الجو يؤدي إلى الانخفاض في الأشعة فوق البنفسجية، بنسب تصل إلى ٢٠٪، كما يسبب إصابة الأطفال بالكساح ولين العظام.

ومع معدل تنفس للإنسان بحدود ٢٢ ألف مرة يوميًّا (٢٤ ساعة)، أي دخول حوالي ١٢٠ مترًا مكعبًا من الهواء، وحوالي ٤٤ ألف متر مكعب سنويًّا، فإن ذلك مع التلوث الحادث يؤدي إلى أن الرئتين تستقبلان على الأقل نصف كيلو جرام من الميكروبات والملوثات سنويًّا، كما أن مادة السيلكا الناتجة عن صناعة الأسمنت الأبيض تتسبب في مرض التحجر الرئوي، والناتج عنها من جزئيات دقيقة تتسبب في الإصابة بحساسية الصدر واختناق الرئة، وكذلك النزلات الشعبية.

كما لوحظ على القطط والكلاب في ضاحية المعادي الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي والحساسية، مثال الأفراد، كما أنها تؤدي إلى الانتقال إلى الأفراد بالملامسة، أو عند وصولها إلى الحيوانات المنتجة لللحوم والألبان.

ويساعد في حدة مشكلة التلوث التداخل الشديد بين الساكن والمصانع، وبطريقة عشوائية ذات تأثير حاد على تسمم الحيوانات والإنسان وتلوث البيئة، أي في النهاية تدمير الحياة، أو على الأقل تلف أداء وظائف الكبد والكلى، وأيضًا على العظام، ويتضح ذلك بوضوح، عند المقارنة مع الحيوانات في المناطق البعيدة عن الملوثات.

ويساعد على زيادة تأثير نتائج الملوثات بعض التصرفات غير الحضارية، مثال:

- عدم توفير كافٍ لصناديق القمامة، مما يساعد على انتشار الملوثات، أو وضعها في أماكن مرتفعة لا يتيح للأطفال استخدامها.
- إلقاء المناديل الورقية عقب استخدامها في عرض الطريق، مما يساعد على انتشار الأوبئة والجراثيم. وقد يفضل احتواء هذه المناديل على مواد مطهرة تتيح قتل الميكروبات.

- النقل الخاطئ للحوم والأغذية دون غطاء مع تركها مكشوفة للذباب وللتلوث، كما يحدث أحيانًا رشها ببعض المبيدات أو المطهرات، ومما يزيد من التلوث والتسمم.
- التكدس الحاد للقمامة، خاصة أمام المدارس والمستشفيات والتجمعات الكبيرة، ومما يساعد على انتشار الأمراض والأوبئة، والقيام بحرقها مكشوفة، وفي تصاعد الأدخنة والغازات الملوثة والمسببة للأمراض.
- طرح الجو المكشوف للبيع على الأرصفة، وبها يتيح التلوث (بينما تطرح الأحذية للبيع في المحلات والفاترينات النظيفة والمغلقة والمحمية من التلوث).
- خطأ فتح أكياس التعبئة للمسليات أو الفواكه بالفم، وبها يعني توزيع الميكروبات على آكلي هذه المنتجات.
- قيام سيارات كسح المجاري والصرف المختلفة بإلقاء هذه المياه في النيل والجاري المائية.

إن القاهرة في احتياج ماسٍ للتثقيف البيئي لعرض تأثيرات الملوثات، وما ينتج عن التصرفات الخاطئة من أضرار وأمراض.

٢-٣ الملوثات في الغلاف الجوي:

لفهم الملوثات في الغلاف الجوي، فمن اللازم أولاً إيضاح تراكيب الغلاف الجوي، حيث تشتمل على الطبقات الخمس التالية:

أ - طبقة التربوسفير (Troposphere)

تمتد إلى ارتفاع بين ١٠-١٨ كيلو مترًا، وتنخفض درجة الحرارة بها من ٥٠°م إلى أقل من الصفر المئوي؛ لتصل في بعض المناطق إلى -٦٠°م. وتحتوي على ٧٠-٨٠٪ من الهواء الجوي، وتتميز عن بقية الطبقات الأخرى باحتوائها على بخار الماء، وتشمل النواحي المناخية بها: تكون الضباب والسحاب، مع سقوط الأمطار، حدوث العواصف والرياح، وكذلك تيارات الحمل.

وأغلب الملوثات التي تتصاعد من الأرض تظل عالقة في هذه الطبقة، أو يعاد ترسبها ثانية إلى الأرض، ويطلق عليها اصطلاحًا: طبقة التغيير.

ب - طبقة الاستراتوسفير (Stratosphere)

تمتد من ارتفاع حوالي ١٥-٥٠ كيلو مترًا، ترتفع بها درجة الحرارة من -٦٠°م إلى +٣٠°م، ولا تحتوي على بخار الماء، ولكن بها كميات الأوزون الناتج من تأثير الأشعة فوق البنفسجية على الأوكسجين طبقًا للمعادلات التالية:

$$O_2 + h\nu \longrightarrow O + O$$

$$2O_2 + 2O \longrightarrow 2O_3$$

وزيادة درجة الحرارة راجع إلى انطلاق الطاقة المخزنة في الروابط الكيميائية للأوزون. ويطلق عليها اصطلاح طبقة السكون، وهي الأنسب للطيران؛ نظرًا لأنها مستقرة.

جـ - طبقة الميزوسفير (Misosphere)

تمتد إلى ارتفاع ٥٠-٨٠ كيلو مترًا، وتنخفض درجة الحرارة إلى -٩٥٥م، كما تخترقها الشهب والنيازك، وغير مستقرة ويطلق عليها الطبقة الوسطى.

د - طبقة الثرموسفير (Thermosphere)

تمتد إلى ارتفاع بين ٨٠-٨٠٠ كيلو متر، مملوءة بالهيدروجين والهليوم، وكذلك الأوكسجين. وتصل درجة الحرارة بها إلى ٢٠٠ ٥م؛ نتيجة لاصطدام الجزئيات مع وجود الأوكسجين الذي يمتص الأشعة فوق البنفسجية، كما تحدث بها عمليات التأثير للمركبات الكيميائية المختلفة، وكذلك الانعكاس للموجات اللاسلكية.

هـ - طبقة الاكسوسفير (Exosphere)

تمتد من ٨٠٠ كيلو متر إلى الفضاء الخارجي، حركة الهواء والغازات بها سريعة جدًا، حيث يخرج الهيدروجين – الغاز الرئيسي- إلى الغلاف الجوي. لا تشتمل على أي أصوات أو أضواء.

من ذلك فإن أهم الطبقات الجوية ذات العلاقة مع تأثيرات الملوثات هي الطبقة الأولى، أي طبقة التروبوسفير، والتي يلزم دراسة ما بها من تغيرات وملوثات، ولمعرفة مدى تأثيراتها على الأرض.

٢-٤ التعامل مع الملوثات البيئية الناتجة عن النشاطات البشرية:

تؤدي النشاطات البشرية إلى عديد من التغيرات والمؤثرات البيئية، نذكر منها الآتي:

أ - التدهور الحاد للأنظمة البيئية، خاصة القائمة في الغابات والشواطئ، وكذلك في الأماكن السكنية والترفيهية والسياحية.

ب - الإجبار نتيجة للتلوث على إزالة وقطع الغابات.

جـ - المعاناة اليومية من السحب السوداء الحاملة للملوثات؛ خاصة عند وجود فارق في درجات الحرارة بين النهار والليل.

د - الاحتياج إلى إقامة السدود ومشروعات توليد الكهرباء؛ مما يغير من الدورات الهيدروليكية للأنهار، خاصة عند التغير في مساراتها.

هـ - سرعة اتخاذ عديد من القرارات الاستثمارية قبل تحديد النتائج البيئية المحتملة الحدوث، أو ربما ستكون قائمة بالنقل. مع عدم النظر إلى اللازم لصون وحماية البيئة.

و - أحداث التلوث الكيميائي للماء والهواء والأغذية والتربة، وخاصة لماء الشرب والطعام.

ز - الدفع أحيانا إلى الصيد الجائر للأسماك، مما يؤدي إلى فقدان كثير من الثروة السمكية، مع خلق النزاعات بين الدول؛ وصولاً إلى السيطرة على مناطق الصيد الجيدة والخالية من الملوثات.

لذلك، فإنه من الأساسي والمهم واللازم سرعة اتخاذ الآتي، للتعامل مع هذه المؤثرات والتي تشمل الآتي:

أ - إجراء الدراسات الكاملة والمستفيضة عن التأثيرات البيئية المترتبة عن مختلف المشروعات المخطط لها، وقبل البدء في تنفيذها، ومما يحدد بوضوح هذه التأثيرات، مع اقتراح البدائل المناسبة والحلول الكفيلة للمنع أو التخفيف من أي أثار بيئية قد تكون متوقعة. وبصفة عامة يشتمل الجدول (١) على أهم مصادر التلوث، وما تحدثه من آثار صحية وبيئية.

ب - تسهيل فرص النشر والإطلاع على مختلف الأمور والموضوعات ذات العلاقات والتأثيرات البيئية، خاصة ما يتعلق بأنواع الملوثات وطرق وصولها إلى البيئات المختلفة.

جـ - اللجوء إلى عقد جلسات للمناقشة والاستماع مع العامة، وكذلك إقامة الندوات العلمية المتخصصة، لأن في كل ذلك فوائد لتحسين القرارات التي سيتم اتخاذها مع الاهتمام دائمًا بما يخص البيئة.

د - تشكيل اللجان الفنية والاستشارية، مع أن يكون من أعضائها المتخصصين والعلماء وذوي الخبرة، وبما يوصل إلى رسم السياسات الجيدة وإدخال التعديلات اللازمة.

هـ- دعوة العامة إلى المشاركة البناءة في التنفيذ والمراقبة، واقتراح التصويتات، إن كان ذلك لازمًا.

و - مراعاة المنفعة العامة عند اتخاذ القرارات، ومما يحقق عديدًا من الفوائد للجميع.

ز - ضرورة الالتزام بإتباع الطرق والأساليب الصحيحة لكيفية ممارسة الأفراد، أو استخدامهم للموارد الطبيعية والأنظمة البيئية.

ح - تطوير وتحسين الآليات وأنظمة العمل بالمؤسسات؛ خاصة التي يدخل في اختصاصها اتخاذ القرارات البيئية.

ط - إعطاء السلطات الكافية والمؤثرة للهيئات ذات العلاقة بالبيئة، مع اتباع السياسات البيئية الواعية والمحددة لحجم المخاطر، ودرجات تأثيرها المتوقعة، وخلال فترات عمل المشروعات القائمة أو المخطط لتنفيذها.

ومن المهم إيضاح الخطورة القائمة بيئيًّا، والتي أدت إلى انقراض عديد من النباتات والحيوانات والأسماك وغيرها من الكائنات، وكذلك المهددة بالانقراض من خلال المستقبل القريب، إذا ما استمر التلوث على النحو القائم؛ طبقًا للنتائج التالية:

النوعية	نسبة المنقرض (٪)	نسبة المهدد بالانقراض(٪)
النباتات	٢	١٧.٥
الأسماك	٦.٧	٢٣.٦
البرمائيات	٤	١٨
الزواحف	١٢.٤	٢١.٨
اللا فقريات	٧.٢	١٦.٣
الطيور	١٠.٩	١٠.٧
الثدييات	١٦.٧	٣٤.٦

٣- تلوث المياه

٣-١ تقسيمات المياه:

تشمل المياه عديدًا من الأنواع والتقسيمات، والتي يمكن إيجازها على النحو التالي:

أ - **مياه سطحية**: من الينابيع، الأنهار، البحيرات، البرك والمستنقعات، وقد تحتوي على الميكروبات والكائنات الدقيقة، التي تصل إليها من الهواء والأتربة، والصرف الصحي الصناعي والزراعي، وغيره من مصادر التلوث.

ب - **مياه جوفية**: توجد على أعماق مختلفة من سطح الأرض، والأكثر عمقًا الأقل في التلوث.

جـ - **مياه مخزنة**: يتم تخزينها في خزانات أو برك أو بحيرات مغلقة...إلخ، وتحتوي على الملوثات المختلفة؛ طبقًا للظروف والبيئة المحيطة بها.

٣-٢ مصادر ملوثات المياه:

المياه يتم تلويثها من عديد من المصادر، والتي يمكن تحديدها على النحو التالي:

أ - **مصادر طبيعية**: تشمل السحب، الأمطار، العواصف، الغبار، الاشعاعات المختلفة، الغازات والمعادن الذائبة الساقطة مع الأمطار، حبيبات تأكل التربة والصخور.

ب - **مصادر الصرف الصحي**: تشمل المخلفات الآدمية من الأفراد، مخلفات الحيوانات، أجسام الحيوانات، المواد العضوية الميتة، المجازر، المستشفيات، المدارس، التجمعات البشرية...إلخ.

جـ - **مصادر الصرف الصناعي**: تشمل مخلفات المصانع، الكيماويات بأنواعها، الأصباغ، الأدوية، المعادن، الغازات، الرواسب المعدنية، ...إلخ.

د - **مصادر الصرف الزراعي**: وتشمل مياه الري، الأسمدة، المبيدات، بقايا التربة،...إلخ.

هـ - **المصادر من النفط ومشتقاته**: التسرب، الحوادث، الأخطاء في عمليات الاستكشاف والاستخراج والنقل بمختلف صوره...إلخ.

و - **المصادر من المبيدات المختلفة**: الزراعية، المنزلية، سوء الاستخدام، الملوثة للأطعمة والمشروبات،...إلخ.

ز - **المركبات والمواد المشعة**: التداول، النقل، التسرب، الأخطاء البشرية...إلخ.

ح - **التلوث الحراري**: الفروق الكبيرة في الحرارة بين النهار والليل، المخلفات والنفايات خاصة البترولية...إلخ.

ط - **النقل البحري والنهري**: المخلفات المختلفة والنفايات، سواء السائلة أو الصلبة.

٣-٢ عمليات تنقية المياه تاريخيًا:

منذ القدم، عرف الإنسان أهمية وضرورة تنقية المياه وجعلها نظيفة، خالية من الملوثات، وصالحة للشرب، ومما يقلل من التسبب في الأمراض، مع السعي المستمر لحسن الاختيار، ولذلك قام الأفراد بإجراء الآتي:

أ - تفضيل استخدام مياه المطر أو من الينابيع المختلفة، حيث وجد أنه أكثر نقاءً وأمانًا مقارنة بالمياه السطحية، وخاصة مياه البرك والمستنقعات.

ب - إضافة بعض الأملاح إلى المياه؛ مما يجعلها أكثر صلاحية للشرب والاستخدام.

جـ- إجراء عديد من التجارب الأولية لتنظيف وتنقية المياه، كما تم فرض الضرائب على الأفراد؛ من أجل تأمين الإمداد بالماء النقي والصالح للشرب والري في الحقول.

د - أعطى الإغريق والرومان الاهتمام الكبير بصحة الأفراد ونظافتهم، مع المراجعة الدورية على استحمامهم دوريًا.

هـ- خلال القرن الأول الميلادي في روما، تم إيجاد عدد تسع قنوات للمياه، من مصادرها في الجبال والوديان المحيطة، مع عدم التفضيل لاستخدام المياه الجوفية، كما تم العمل على إيجاد أحواض عبر مسافات سير المياه، لحجزها وترسيب ما قد يكون بها من شوائب وملوثات، وكان يستخدم بهذه الأحواض الرمال والأحجار الصغيرة من أجل ترشيحها، وعلى نحو مماثل تقريبًا لما يتم حاليًا، ثم تعاود المياه سيرها.

و - في روما أيضًا وجدت خزانات كبيرة، لتخرج منها المياه في مواسير إلى المنازل، خاصة التي يقطنها الأغنياء، ثم إلى الوحدات العامة للشرب، ووصل عددها قرب نهاية القرن الثالث الميلادي إلى أكثر من ١٣٠٠ مشرب عام، كما كانت توجد نظم للرقابة على عمليات الصرف الصحي؛ لتكون بعيدة عن ماء الشرب، كذلك راقبوا مياه العواصف مع العمل على خفض مستوى المياه في المستنقعات والبرك، مع وجود مسئولين عن مزاريب الصرف للمياه وقنواتها، مع جعل الشوارع نظيفة ولا تحتوي على ملوثات يمكن أن تصل إلى المياه.

ز - خلال الحروب في أوروبا، كان دائمًا يتم التأكيد على حماية المياه من مصادر التلوث، وبما يؤكد دائمًا أن الجيوش المحاربة لا تستخدم المياه غير الصالحة أو غير النظيفة، إذ لوحظ أن استمرار بقاء الجيوش في مكان ثابت لفترات طويلة، ربما قد يؤدي إلى استخدام مياه غير صالحة أو غير نظيفة. وإذا ما حدث أن ارتفعت الإصابة بالأمراض، مع عدم النجاح في معالجة المياه، أو هذه الأمراض، فإنه كان يتم تغير مواقع المعسكرات؛ وخاصة عند حدوث أمراض الإسهال، الحميات، إصابات الكبد والطحال، إضافة إلى البرد والأنفلونزا والملاريا، وعلى نحو مماثل للحادث حاليًا.

ح- مع انتهاء الحروب، تم العمل على شق القنوات لحمل المياه إلى المدن السكانية، حيث وصل أطوال بعض القنوات إلى أكثر من مائة كيلو متر، ولتحمل ملايين الجالونات من المياه، مع تعقيم هذه القنوات، والعمل على نشر ثقافة المياه النظيفة والمعالجة بين الأفراد، مع تشجيع استخدامها، سواء للشرب أو الاستحمام.

ومع كل الذي بذل لجعل المياه نظيفة، فإن تلك المياه لم تكن تطابق الاشتراطات الصحية اللازم مقابلتها، كما هو حادث الآن، زاد على ذلك أنه بعد ما قام به الرومان من خطوات جيدة، فإن العصور التالية لم يكن بها ذلك الاهتمام بنظافة المياه، وطبقًا لما كان يتبع من قبل، بل تم إهمال الأساليب التي ابتدعها الرومان، ليس فقط للمياه بل أيضًا للشوارع التي أصبحت مغطاة بالقمامة، وأيضًا بالفضلات الأدمية، مع قلة وحدات الصرف الصحي، وصاحب ذلك بناء المنازل غير الصحية والمنخفضة الجودة، وأصبح قبول الأشياء غير النظيفة أمرًا عاديًّا وتقليديًّا، ومن المقبول في الحياة اليومية، بل إن الاحتياطات الصحية وعمليات التعقيم، سواء للمستوى الشخصي أو العام أصبحت من الأمور المهملة والمنسية؛ مما جعل الأمراض تزداد انتشارًا وشيوعًا بين الجميع. وحتى مع ظهور المسيحية، فإن ما كان يحدث، قد تم تصنيفه على أنه نوع من العقاب الإلهي، بل إنه تحقير للروح حتى تصعد إلى خالقها وإن مرض الأجساد إنما هو إحدى وسائل العقاب، وأقل تأثيرًا عن النظام العبودي، بل إن رجال الدين أصبحوا لا يقومون بالاستحمام إلا نادرًا، ربما مرة أو مرتين طوال العام، وكذلك الأمر لغسيل الملابس والنظافة العامة، وأصبح لا يرد على الأذهان إمكانية منع حدوث الأمراض أو احتوائها أو علاجها باتباع النظافة، واستخدام الماء الخالي من الملوثات.

٣-٤ مضار تلوث المياه :

المياه الملوثة ضارة ومؤذية، سواء للإنسان أو الحيوان أو النبات أو الكائنات والأحياء المائية، كما أن وجود البكتريا يتسبب في الإصابة بالأمراض الخطيرة، مثال الآتي:

أ - تسبب بكتريا السالمونيلا أمراض التيفود والحمى المعوية، الدوسنتريا.

ب - تسبب بكتريا الشيجلا الإسهال.

جـ - تسبب بكتريا الاشرينا كولاي الجفاف والإسهال والقيء.

د - تسبب بكتريا اللبتوسبيرا التهاب الكلى والكبد والجهاز العصبي المركزي.

هـ- تسبب بكتريا الكوليرا مرض الكوليرا.

إذ تنتقل هذه الأنواع من البكتريا مع مختلف مصادر التلوث للمياه؛ وصولاً إلى المسطحات المائية حيث تعيش بالغذاء المتوافر، خاصة من المخلفات العضوية، ومع تنفس الأوكسجين الذائب في الماء، كما تستفيد مما يصل إليها من ضوء الشمس الساقط عليها، وإلى أن تنتقل إلى الأفراد، إما بالابتلاع مع الطعام أو المياه، أو بالنفاذ من خلال الجلد أو الجروح إن وجدت، سواء باستخدام هذه المياه أو حتى بالسباحة فيها، أو تناول الأسماك والكائنات البحرية المصابة بها.

ومع الإقلال من كميات الأوكسجين الذائبة في الماء باستخدامات أنواع البكتريا، فإن ذلك يتسبب في التأثير ثم الفناء لكميات كبيرة من الأسماك والأحياء المائية، ثم يحدث تعفن للمياه؛ لتصبح ذات رائحة كريهة ولا تصلح لأي استخدام. ولربما يحدث هذا أيضا في البحيرات المغلقة والبرك والمستنقعات، والتي لا يتجدد ماؤها، ولتتشابك فيها بقايا النباتات والحيوانات؛ مما يجعلها غير صالحة للملاحة أو لصيد الأسماك، وإذا تم العمل على معالجة هذه المياه، فإن ذلك لا يؤدي إلى خلوها تمامًا من الملوثات أو المركبات الكيميائية الذائبة فيها، مثال مركبات: الفوسفات، النيترات، المبيدات. وبالتالي يساعد على نمو الطحالب والنباتات والتعفن، ويزيد بالتالي من مضار التلوث؛ لذلك من اللازم والمهم المعالجة الجيدة للمياه، وأن لا يتم التخلص منها بعد المعالجة إلا بإلقائها في البحار المفتوحة وعلى بعد آمن من الشواطئ، وأيضًا على عمق كبير من السطح؛ مما يساعد على أكسدة ما بها من آثار المركبات العضوية، مع تخفيف تركيز ما قد تحتوي عليه من أملاح، وربما يكون من الأفضل إلقائها بعد المعالجة في المناطق الصحراوية البعيدة عن المناطق السكانية، ومع ملاحظة عدم استخدام هذه

المواقع الصحراوية في أعمال الزراعة؛ إذ ربما لا تزال محتوية على معادن ثقيلة أو مركبات ضارة.

ومخاطر التلوث بالمشتقات والخامات البترولية، إذ أنها أخف من الماء، فإنها بذلك تغطي مساحات واسعة من الأسطح المائية، بحار أو محيطات، خاصة تحت تأثير الأمواج والرياح والتيارات البحرية، ومع حدوث ذلك الانتشار الواسع خلال فترات زمنية محددة وقصيرة، مما يزيد من مشكلات التلوث ويسبب صعوبة عند التخلص منها.

والتلوث البترولي يتسبب في الأضرار التالية:

أ - تكون مركبات كيميائية عضوية جديدة، مثال: الكحولات، الالدهيدات، الكيتونات، وجميعها سهلة الذوبان في المياه، ولكن تتسبب في تسمم المياه وموت الأسماك، وغيرها من الكائنات والطيور البحرية.

ب - تكون مستحلبات ذات مقدرة على امتصاص المعادن من الرصاص، الزئبق، الكادميوم، وغيرها، مما يضر أيضًا بالأحياء المائية. مع انتقالها إلى مناطق أخرى، وتسبب لها ذات التأثيرات الضارة، كما تتسبب في زيادة درجة حرارة سطح الماء، والإقلال من نسبة الأوكسجين الذائب بها، كما تصل إلى الأفراد مع الأسماك؛ خاصة عند وجود التلوث في الأنسجة، والكبد، والبنكرياس لها؛ مما يتسبب في الأورام الخبيثة والسرطانات لدى الأفراد.

٣-٥ التعامل مع التلوث بالبترول:

لمكافحة التلوث بالمشتقات أو الخامات البترولية، يتم الآتي:

أ - استخدام المنظفات الصناعية وعوامل الاستحلاب، إلا أن ذلك يحتاج إلى كميات كبيرة ومكلفة ماليًّا، كما يضر بالكائنات الحية الموجودة في موقع التلوث.

ب - استخدام المركبات والمواد الماصة مثال الصوف الزجاجي والإسبوتس وغيرها حيث تعوقه الانتشار؛ ثم يتم التجميع والعزل بالحواجر البلاستيكية أو المعدنية الطافية.

جـ - استخدام البكتريا التي تتغذى على الملوثات النفطية، وتحولها إلى جزيئات صغيرة سهلة الذوبان في الماء، إلا أن هذه العملية بطيئة، كما أن البكتريا تستهلك كميات كبيرة من الأوكسجين الذائب في المياه؛ مما يؤدي إلى اختناق الكائنات البحرية الموجودة أسفل مساحة النفط.

إلا أن استخدام البكتريا قد يحقق النجاح عند معالجة التربة الملوثة بالبترول، مع رش محلولها على المواقع الملوثة؛ إذ تقوم البكتريا بتحليل البترول ومشتقاته وتحويلها إلى مركبات أقل ضررًا، وبالتالي أقل تأثيرًا على إحداث الأورام الخبيثة لدى الأفراد. كما أنها لا تصنع أي أضرار للتربة، بل على العكس تزيد من خصوبتها.

وبالنسبة إلى المخلفات والملوثات البترولية بصفة عامة، فإن إلقاءها أمام شواطئ الدول الأخرى، يحدث تلوثًا خطيرًا للمياه، وللشواطئ أمامها؛ إذ تظل طافية تدفعها الأمواج والرياح، كما قد تغطي قاع البحر أو المحيط، وبذا تزداد المشكلة خطورة؛ خاصة إذا كانت هذه الملوثات من المواد المشعة والنووية، وكما سبق حدوثه أمام شواطئ بعض دول إفريقيا.

والتخلص من البراز الآدمي والبول يلوث أسطح المياه، وينقل الأمراض مثال: البلهارسيا، الأنكلوستوما، واحتواؤه على الفيروسات يسبب الإصابة بشلل الأطفال، وفقر الدم، والأضرار الصحية الأخرى؛ ذلك أن المخلفات والفضلات الأدمية والعضوية تصنف بأنها أوساط ملائمة جدا لنمو هذه الكائنات الدقيقة ذات الخطورة على أجهزة جسم الإنسان، مع وصولها عبر الجلد، أو الجهاز التنفسي، أو الهضمي.

وأفضل السبل للتخلص الصحيح من النفايات بالدفن في الصحراء كما سبق الذكر، وفي الحفر وإقامة الخنادق ثم التغطية الجيدة بالتراب، مع الاحتراس أن لا تتسبب في تلوث المياه الجوفية، كما يمكن التخلص بالحرق الكامل المغلق لعدم تلوث الهواء بالانبعاثات، ومع التخطيط للاستفادة بالطاقة الحرارية المتولدة لإنتاج البخار وتوليد الكهرباء، كذلك من الممكن إعادة تدوير المخلفات والاستفادة بما تحتوي عليه من منتجات وخامات صالحة للاستخدام.

ومن أهم الملوثات للأطعمة الآتي:

- المبيدات بأنواعها وجميعها سامة، والتي تحملها الثمار والخضروات والنباتات إلى الأفراد والحيوانات.
- الأسمدة والمخصبات بأنواعها.
- المواد الحافظة للمعلبات وأنواع الأطعمة.
- المعادن الثقيلة خاصة: الزئبق، الرصاص، الكادميوم.
- الهالوجينات (كلور، بروم، يود، فلور).

- الهرمونات، خاصة عند الاستخدام في تسمين أنواع الطيور والحيوانات، أو عند رش الفاكهة والخضروات، أو عند النقل لمسافات بعيدة حفاظًا عليها من التعفن، وبذلك فإن التلوث الذي يحدث للمياه يشتمل على الثلاثة أنواع التالية:
  - التلوث الطبيعي الذي يحدث تغير في اللون، الرائحة، المذاق، وغالبًا بسبب الملوثات الطبيعية.
  - التلوث الكيميائي، والذي غالبًا ما يكون سامًّا لاحتوائه على المعادن، والمبيدات وخلافه، ويتسبب في إحداث التآكل خاصة عندما يكون حامضيًّا.
  - التلوث البكتيري، عند احتوائه على الميكروبات والبكتريا والكائنات الدقيقة المختلفة، وخطورة هذا التلوث في الإصابة بالأمراض المختلفة (كوليرا، نزلات معوية، شلل الأطفال، التهابات الكبد الوبائي، النزلات الشعبية، البلهارسيا، تسوس الأسنان خاصة مع تغير نسبة الفلوريد، تضخم الغدة الدرقية مع انخفاض نسبة اليود في الماء).

وأهم طرق الانتقال للملوثات إلى الإنسان بواسطة الماء، هي:

- شرب الماء الملوث، الاستحمام، الاستخدام في النظافة العامة والوضوء.
- ري المزروعات وتناولها طازجة.
- استخدام الثلج المصنع من مياه ملوثة في أعمال التبريد المباشرة.
- غسيل الأواني المستخدمة في الشرب أو الأكل.
- خزانات المياه العلوية (الأبراج) مع ضرورة غسلها جيدا بالكلور دومًا؛ لمنع تكاثر البكتريا.

٣-٥-١ مخاطر التلوث بالمنتجات البترولية:

الخامات والمقطرات البترولية لا تذوب في الماء، ولكنها عندما تصل إلى الأسطح المائية، ولكونها أقل في الكثافة عن الماء فإنها تغطي سطح الماء ويختلط معه مكونًا مستحلبات ، ولكن بمرور الوقت تختلط المستحلبات مع المياه التحت سطحية، ويمتزج بها مكونًا طبقة تلوث تصل إلى الأعماق. وتتأثر كل من الأبخرة التي تتصاعد من بقع البترول، أو ما تكونه من مستحلبات على كثير من العوامل المؤثرة، من أهمها:

أ - خواص هذا البترول، مثال: الكثافة، اللزوجة، الضغط البخاري، التركيب الكيميائي،...إلخ.

ب - العوامل الطبيعية: درجة الحرارة للجو والماء، حركة الأمواج، أنـواع واتجاهـات التيارات البحرية، شدة الرياح، وغيرها من المؤثرات البيئية.

والخامات من النوع الثقيل تبلغ نسبة التبخر حوالي ١٠٪ من الوزن، أما الخفيفـة فتصل هذه النسبة إلى ١٥٪ من الوزن، ومما يتسبب أيضًا في تلـوث الهـواء مـع ارتفاع نسبة المواد المتطايرة.

جـ - تعمل بقع البترول كمذيب، يساعد على استخلاص المركبات الكيميائية المنتشرة في مياه البحر، مثال: المبيدات الحشرية، المنظفات الصناعية، وخلافه، وممـا يزيـد من درجة التلوث، كما قد يحتوي البترول عـلى معـادن ثقيلـة (زئبـق، رصـاص، كادميوم)، ومما يؤثر بالسمية على الكائنات الموجودة بهذه المنطقة.

د - تعمل الرياح وحركة الأمواج على نشر ذلك التلـوث، والـدفع بـه إلى الـشواطئ المجاورة والمقابلة، مما يلوث رمالها ويجعلها عديمة النفع والفائدة، ويستمر ذلـك التلوث لفترات طويلة.

هـ- إذا كان البحر هائجًا والأمواج مرتفعة فتتكون مستحلبات جديدة، قد تظهر على شكل رغاوي سميكة فوق بقعة البترول، ومما يُصعب التخلص منها، وقد تنتشر لتبعد مئات الكيلو مترات عن مكان التلوث الأصلي.

و - مع وصول المستحلبات إلى القاع فبعضها يذوب أو يتطاير، لكـن تظـل الأجـزاء الثقيلة لتتحول إلى كرات من القار، التي تتكون من المركبـات والمـواد الأسـفلتية وقد تكون محتوية على الكبريت والنيتروجين. ومن الممكن أن تحملهـا التيـارات لتنتشر بعيدًا، أو إلى رواسب ثقيلة بفعـل الـشمس والأكـسدة لتنـزل إلى أسـفل وتغطي القاع. وقد ذكرت اليونسكو أن نـسبة هـذه الكـرات في البحـر الأبـيض تصل إلى ١٠ مليجرامات/ المتر المربع من الماء، ووصـلت هـذه الكـرات في ميـاه المحيط الأطلنطي إلى قرابة ١٨٨٢٠ طن عام ١٩٨٠، وقد يـصل سـمك الطبقـة الملوثة إلى أكثر من ١٥سم.

هذا وارتفاع نسبة الحديد في التحاليل التـي أجريـت عـلى كـرات القـار، والتـي وجدت، أعلى من نسبته في الخام البترولي، ومما اعتبر أن هذه الكـرات ناتجـة عـن تفريغ مخلفات الناقلات، أثناء السير في عرض البحر.

ز - فصل الملح عن الخام البترولي بالخلط بالماء؛ فعند إلقاء هـذا المـاء في البحـر، فإنـه يلوث الماء لاحتوائه على نسبة من الخام البترولي، كما أن كمياته قـد تكـون كبـيرة عند العمل لتجهيز الخام لبدء عمليات التكرير.

٣-٦ طرق معالجة وتنقية المياه:

- الترسيب الطبيعي والكيميائي باستخدام الشبة.
- الترشيح لحجز الجزئيات الدقيقة والعالقة وأنواع البكتريا، وباستخدام الأنواع المختلفة من المرشحات.
- التطهير لضمان سلامة وجودة المياه، باستخدام المطهرات المختلفة: الكلور، الجير المكلور، الكلورامين، الأوزون، الأشعة فوق البنفسجية، الفضة المتأنية.
- غلي الماء لوقت كافٍ.
- التخزين مرحليًا للمزيد من الترسيب للمواد العالقة والكائنات الدقيقة.

وبذلك تصبح المياه نظيفة وآمنة وصالحة للشرب بعد التخلص من الأملاح والمعادن والبكتريا والجراثيم والكائنات الدقيقة وخلافه.

وتشمل العوامل ذات التأثير على التوازن الطبيعي للمياه الملوثة:

- سرعة مرور المياه، زيادة السرعة يقلل من نسب التلوث.
- مقدار الأوكسجين الذائب في الماء، مع متابعة تأثيرات ضوء الشمس؛ خاصة في وجود أنواع البكتريا.
- سرعة عمليات التحلل البكتريولوجي.
- التغير في أحجام الشوائب والملوثات والفضلات الموجودة.

٣-٧ قوائم تلوث المياه:

تنقسم الكيماويات الملوثة للماء إلى الثلاث قوائم التالية:

أ - القائمة السوداء.

ب- القائمة الرمادية.

جـ- القائمة الحمراء.

أ - القائمة السوداء:

تشتمل الكيماويات التالية:

أ - المركبات الهالوجينية العضوية.

ب- مركبات الفوسفور العضوية.

جـ - مركبات القصدير العضوية.

د - الزئبق والمركبات المحتوية عليه.

هـ - الكادميوم والمركبات المحتوية عليه.

و - الزيوت المعدنية والهيدروكاربونات من المصادر البترولية.

ز - المركبات المحضرة كيميائيًا، والتي تحتمل أن تطفو أو تنغمر، أو تظل معلقة في الماء، وبالتالي تؤثر على أي استخدامات للماء.

ومن المركبات المهمة والخطيرة في هذه القائمة السوداء:

- الزئبق.
- الكادميوم.
- سداسي كلورو السيكلوهكسان.
- رابع كلوريد الكاربون.
- المبيدات: د.د.ت، الدرين، ثنائي الدرين، اندرين، ايزواندرين،...إلخ.
- خامس كلورو الفنينول.
- سداسي كلوروبنزين.
- سداسي كلوروبيوتادين.
- كلورفورم.

وإذا ما تم التصنيف على أساس المجموعات الكيميائية، فيمكن وضع هذه الناتجة السوداء، على النحو التالي:

١. **مجموعات الكلورو هيدروكاربون**: الدرين، ثنائي الدرين، كلوردان، كلوروبنزين، ثنائي كلوروبنزين، كلورونفاتلين، كلوروبنزين، كلوروبروبين، مركبات كلوروتولين، كلوروبتادين، اندوسيلفان، اندرين، هبتاكلوروسداسي بنزين، سداسي كلورو بيوتادين، سداسي كلورو السيكلوهكسان، سداسي كلوروايثان، رابع كلوروبنزين، مركبات ثلاثي كلوروبنزين.

٢. **مجموعات الكلوروفينول**: وتشمل أحادي كلوروفينول، امينو كلوروفينول، خامس كلوروفينول، ميثيل فينول، ثلاثي كلوروفينول.

٣. **مجموعات كلورو ايثلين والنيتروبنزين**: أحادي ١-كلـورو ايثيلـين، كلـورو ٢،٤- ثنائي نيتروبنزين، ثنائي كلورو ايثلـين، كلـورو نيتروبنـزين، مركبـات الكلـورو نيتروبنزين، مركبات كلورو نيتروتولين، ثنائي كلورو نيترو بنزين.

٤. **الفطريات الحلقية المتعددة**: ثنائي فينلين، نفتالين.

٥. **الكيماويات غير العضوية**: الزرنيخ ومركباته، الكادميوم ومركباته، مركبات ثنـائي بيوتيل القصدير، الزئبق ومركباته، رابع بيوتيل القصدير.

٦. **المذيبات**: البنزين، رابع كلورو الكاربون، كلورفورم، ثنائي كلـورو ايثـان، ثلاثـي كلورو اثيلين، ثنائي كلورو ميثان، ثنائي كلورو بروبان، ثنائي كلورو بربوبانول، ثنائي كلورو بروبان، ايثيل بنزين، التولوين، رابع كلورو ايثلـين، ثلاثـي كلـورو اثيان ايثلين.

٧. **المبيدات**: د.د.ت، الماليثون، ثنائي الدرين، اندرين، أيزو إندرين...إلخ.

٨. **مركبات أخرى**: بنزين، بنزيل كلوريد، بنزيلدين كلوريد.

ب - القائمة الرمادية

تعتمد على الموقع وخواص الماء الحادث له التلوث الكيميائي، وتتسبب في أضرار صحية على مستخدمي المياه والبيئة المحيطة، وتشتمل على الآتي:

١ - المعادن: زنـك، نحـاس، نيكـل، كـروم، رصـاص، سـيلينم، زرنـيخ، أنتيمـون، مولبـدينم، تيتـانيوم، قـصدير، بـاريوم، بريليـوم، بـورون، يورانيـوم، فينـاديم، كوبالت، ثاليتوم، تيلديوم، فضة.

٢ - الأحماض العضوية ومركباتها، والتي لم تشتمل عليها القائمة السابقة (السوداء).

٣ - المركبات ذات التأثير الضار على الطعم أو الرائحة والتي يـستهلكها الأفـراد مـن مصادرها البيئة المائية.

٤ - السميات العضوية المحتوية على السيلكون، والتي تنتج في الوسط المائي مـا عـدا غير المؤذية بيولوجيًّا، أو التي سرعان ما تتحول في الماء لأن تكون غير مؤذية.

٥ - المركبات غير العضوية للفوسفور.

٦ - الزيوت المعدنية والهيدروكاربونات البترولية.

٧ - السيانيدات والفلوريدات.

٨ - المركبات ذات التأثير على الأوكسجين مثال الأمونيا والنيترتيت.

المعادن المشتمل عليها القائمة الرمادية:

الرصاص، الكروم، الزنك، النحاس، النيكل، الزرنيخ، الحديد، البورون، الفانديوم، ثالثي بيوتيل القصدير، ثالثي فينيل القصدير، سيتلورينين، سيتلوفيرون، فلوكوفرون، بيرميثيرين، بولي كلورو كلوروفينيل، سلفوناميدو ثنائي ميثيل اثير.

جـ - القائمة الحمراء وتشمل الآتي:

- الزئبق والكادميوم ومراكباتها.
- سداسي كلورو هكسان.
- ثلاثي كلورو بنزين.
- خماسي كلورو فينول.
- اترازين.
- سداسي كلورو بنزين.
- سيمازين.
- سداسي كلورو بيوتادين.
- مركبات ثلاثي بيوتيل خارصين.
- الدرين.
- مركبات ثلاثي فينيل خارصين.
- داي الدرين.
- ثالثي فليوالين (Trifluralin).
- مركبات بولي كلورينين ثنائي فينيل.
- فينتروثليون (Finitrothilion).
- ثنائي كلوروفوس (Dichlorovos)
- أزينيوس ميثيل
- ثنائي كلورو إيثان
- ملاثيون

- إندوسيلفان (Endosulphan)

٣-٨ تلوث المياه بالكيماويات السامة

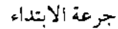
أهم الأنواع الرئيسية من الكيماويات المسببة لتسمم الماء الآتي:

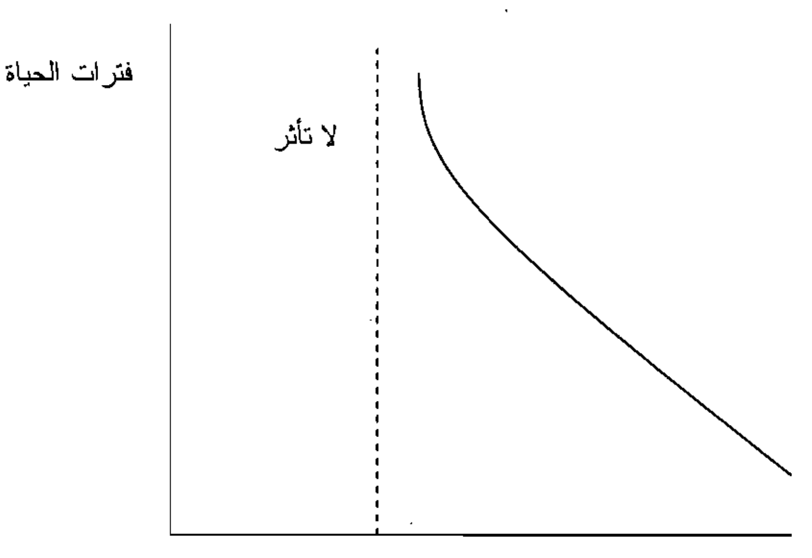
- المعادن، وأهمها: الزنك، النحاس، الزئبق، الكادميوم، القصدير...إلخ.
- المركبات العضوية، مثال: المبيدات بأنواعها، المركبات المحتوية على الكلور، مثال (PCB) الفينولات...إلخ.
- الغازات، مثال: الأمونيا، الكلور...إلخ.
- الأيونات وتشمل: السيدنيات، الكبريتات، الكبريتيتات...إلخ.
- الأحماض والقلويات بأنواعها.

وتسبب هذه المركبات الإصابة بدرجات من التسمم، طبقا للجرعة ومرات التكرار، على النحو التالي:

- إحداث التسمم الحاد، والذي يؤدي إلى الوفاة خلال فترة زمنية قصيرة.
- إحداث التسمم المزمن: والذي قد يحدث تأثير قاتل أو شبه قاتل، إذا ما استمر خلال فترة زمنية طويلة.
- إحداث التسمم القاتل: التسبب في الوفاة على أثر التسمم المباشر.
- إحداث التسمم شبه القاتل: إذا كان أقل من مسببات الوفاة، ولكن ربما تتسبب الزيادة في التأثير على التصرفات والأداء، أو التناسل؛ ومما يؤدي إلى النقص في كثافة الأفراد.
- إحداث التجمع للسمية: التأثير يزداد مع الجرعات المتتالية.

وكمثال عن تأثير تركيزات المركب السام على متوسط فترات الحياة للأفراد، فإنه على النحو الموضح بالشكل (١)، مع ملاحظة أن البيانات مثلث باللوغاريتهات، وفي عديد من الحالات فإن هذه العلاقة تكون خطية، وحيث يوضح أنه عند تركيز أقل من بداية إحداث التسمم، فإن الكائن الحي مستمر في المعيشة لفترات طويلة وحيث يعرف هذا التركيز بمصطلح (LC) أو الجرعة القاتلة (Lethal Conc.)، والتي عند تجاوزها تبدأ الوفاة في الحدوث، كذلك يستخدم مصطلح (EC)، أوالتركيز الذي يؤثر على الفاعلية والأداء (Effecting Conc.).





شكل (١)
تأثير التركيزات على فترات الحياة

ولكن عادة ما تكون المركبات السامة مكونة من خليط من مسببات السمية، وإذا ما تم تواجد اثنين أو أزيد من هذه السميات معا، فإنهما يؤثران على بعضهما، وعلى نحو يماثل ما تحدثه أنواع الإضافات. على سبيل المثال فإن وجود الزنك مع النحاس يتسبب في سمية مساوية لمجموعهما معًا، وكذلك الأمر عند وجود الأمونيا مع الزنك، وعلى نحو أن السمية الحادثة تكون على نحو متساوٍ لمجموع ما ينتج عن وجود أي من هذه المركبات بمفرده، وعلى العكس فقد يؤدي وجود المركبين معًا إلى خفض الفاعلية في إحداث السمية، مثال وجود الكالسيوم مع الرصاص أو الألمونيوم، أو على العكس نحو لزيادة الفاعلية في إحداث السمية مثال خليط النيكل مع الكروم.

ويتوافر عديد من النتائج التي تم جمعها عن السمية الحادة للكيماويات؛ خاصة على الأسماك واللا فقاريات، والتي بالتأكيد لها قيمة كبيرة عند دراسة وشرح ميكانيزمات السمية، وهذه النتائج بالنسبة للأنهار ذات فائدة كبيرة، إلا أن الحوادث ينتج عنها التسبب في وفاة الأسماك وغيرها من الكائنات بكثرة، ومما يؤدي إلى عدم تحقيق الرقابة على تلك الأنهار، ولكن هذه الظروف سرعان ما تستبعد إذا ما تحسنت. إضافة إلى ذلك، فإن المعلومات عن السمية لعديد من الكيماويات متوافرة، ولكن فقط للقليل من الكائنات التي تم اختبارها مثال أنواع أسماك السلمون، وأنواع قوس قزح وغيرها، وبحيث أن هذه المعلومات معروفة جيدًا، حتى بالنسبة للكائنات القريبة منها

والتي يبدي بعضها استجابات مختلفة للأنواع المحددة من الملوثات. وقد يكون من مسببات السمية شبه القاتلة والموجودة في عديد من أوضاع الحقول البحرية، وبحيث إن المستويات القليلة من الملوثات ربما تنتج في الفقدان المنتظم للغالبية منها، دون أن تبدو أي علامات واضحة أو صريحة حول هذه المشكلة.

والتجارب عن التأثيرات شبه القاتلة أكثر صعوبة عند إجرائها؛ بسبب أنها تأخذ أوقاتًا طويلة ومتغيرة، كما أن الأفراد الموضوعين تحت الاختبار ربما يستجيبون على نحو شديد الصعوبة للمستويات المنخفضة من الملوثات. وأكثر من ذلك، فإن الاستجابة للملوثات ربما تتغير مع الوقت بالنسبة للكائن الحي، خاصة خلال مراحل التطور والتي تكون أكثر قابلية لها؛ لذا من اللازم دراسة الظروف للكائن الحي ولاختباره خلال فترة حياته، من أجل إيجاد الرابطة الضعيفة للاستجابة للتلوث، وبحيث إن هذه الاختبارات الطويلة، ومن المحتمل أن يستغرق إجراؤها عديدًا من الأجيال من الكائنات محل الدراسة، ومما قد يتيح تحديد واكتشاف وجود أي إصابات بالسرطان أو التشوهات الجسدية أو التقلبات في التصرفات تحت تأثير الملوثات. والتأثيرات شبه القاتلة ربما يمكن استبيانها بدراسة الكيمياء الحيوية، وعلم وظائف الأعضاء، والتصرفات أو دورات الحياة، ورغم أنه من الممكن إيضاح التأثيرات الصغيرة، فعلى سبيل المثال فإن الكيمياء الحيوية أو مراحل النمو، عند الجرعات الشديدة الانخفاض من الملوثات، فإنه يكون من الأساسي أنها تقلل من لياقة وأداء الكائن الحي في البيئة المحيطة به، وليست عادية خلال فترة حياة الكائن. والكائنات التي تتعرض على نحو منتظم للملوثات السامة، فإنه ربما يتطور لديها المقدرة على الاحتمال. وبحيث يتحقق ذلك، سواء بالأداء على نحو طبيعي عند التركيزات المرتفعة للملوثات، أو بالتصرفات البيولوجية، أو بإزالة السمية للملوثات، والفطر الذي يوجد في المجاري، عندما يتلقى صرفًا محدودًا، فإنه يكون أعلى في المقدرة على الاحتمال للمعادن، ومن الممكن أن تظهر هذه المقدرة فيما يحدث من وراثة، وعديد من القشريات التي يتم جمعها من الرواسب الملوثة بالنحاس والرصاص، قد وجد أقل قابلية لهذه المعادن أكثر من الحيوانات التي يحصل عليها من الرواسب غير الملوثة، في اختبارات السمية القاتلة.

ويتم تخزين هذه المعادن في الكبد والبنكرياس، حيث إن النحاس والحديد يظهران المنافسة على الاتحاد، ولكن الرصاص يكون أكثر قابلية لهذا الاتحاد. وهناك عديد من الدراسات التفصيلية حول تأقلم الأسماك للملوثات. والمعالجة الأولية للمراحل الأولى من السلمون، لكل من الزرنيخ والكادميوم، فإنها تقلل من القابلية

للأسماك عند تعرضها بعد ذلك لهذه المعادن. وبحيث إن المعالجة الأولية بالجرعات المنخفضة من المعادن فإنها تستثير اتحاد المعادن مع البروتينات، ومن ثم تستطيع بعد ذلك الاتحاد مع الجرعات الكبيرة من المعادن، وبحيث يتم إنتاج مخاليط غير فعالة أو نشطة.

وعلى نحو خاص فإن علم السميات البيئية يتضمن هذه المركبات التي تتجمع في الأنسجة؛ خاصة من أنواع المعادن الثقيلة والمركبات العضوية المحتوية على الكلور (مثال المبيدات الحشرية المختلفة ومركب (PCB_s)، والتي من بدايات التركيزات غير المحسوبة والموجودة في الماء فإن الكائنات ربما تقوم بتجميع مستويات من التأثيرات البيولوجية المحسوسة، وأكثر من ذلك، فإن هذه المركبات في استطاعتها من خلال سلسلة الطعام، وبما يتيح للأنواع من أكلات اللحوم؛ لأن تتغذى على ما يصل إليها من الفرائس الملوثة، والتي يحتمل أن تكون قد قامت بتجميع كم كبير من التركيزات للملوثات. على سبيل المثال، فإنه يقدر أن تركيزات مركب (PCB_s) من الماء على أكلات اللحوم من الثدييات، تكون مرتفعة، وربما تصل إلى عشرة ملايين ضعف.

هذا وفي أغلب الأنهار والبحيرات التي توجد بها الأسماك فإن السلطات المشرفة عليها قد وجدت أن الزئبق في الماء أقل عن المستوى الذي يحتمل تقديره؛ إذ ربما أن تكون بعض الكائنات البحرية أكثر تلوثًا بسبب إنها أغلب فصل الشتاء مدفونة في الرواسب، والتي سبق أن قامت بتجميع المعادن الثقيلة، ومن ثم تتلوث بنسبة أعلى عما هو موجود بالفعل في الماء، وذلك أيضا ما يحدث مع التلوث بالرصاص والكادميوم وغيرها من المعادن واللافلزات الموجودة في البيئة.

ومثال آخر عما حدث للأنواع من ثعلب البحر، وهو واحد من الثدييات البرمائية، والتي تستطيع العيش في البر والبحر، حيث يتغذى على نحو كبير بالأسماك، ومما يضعه على أعلى قائمة سلسلة الطعام. ولكن وجد أن هذه الثعالب قد بدأت أعدادها في التناقص، وكان ذلك في غرب أوروبا، وخلال العقود الأخيرة، بحيث إنها قد أصبحت غائبة في عديد من المواقع ذات الأراضي الوطئة، وأغلب هذه الأراضي في إنجلترا. وقد بدأ ذلك قرب نهاية عقد الخمسينيات (من القرن العشرين)، وكان في التوقيت الذي بدأ فيه استخدام المبيدات الحشرية العضوية المحتوية على الكلور، والتي أنه قد توسع إدخالها في الزراعة، ومما أكد الارتباط بين هذين الحدثين، ولكن حدث أيضًا في التوقيت ذاته زيادة غير عادية في استخدام مركب (PCB_s) في عديد من العمليات الصناعية، والتي تتسبب في إحداث تلوث كبير للبيئة، ولم يكن قد تم

اكتشاف ذلك حتى نهاية عقد الستينيات، وكل من المبيدات ومركب (PCB_s) يقومان بإذابة الدهن وتركيز أنسجة الحيوانات، وخاصة عندما تبدأ هذه الحيوانات في الإقلال مما بها من ترسبات دهنية، على سبيل المثال خلال فترات نقص الأطعمة أو عندما تكون في فترات الحمل، وربما يتسبب هذا الإخراج المفاجئ للملوثات في الموت السريع، ولكن يمكن إيضاح إحداث التأثيرات شبه القاتلة تحت تأثيرات التركيزات القليلة، بما في ذلك العقم، وعندما تعبر هذه المركبات المشيمة والمبيض وصولا إلى أن تكون شديدة التأثير. هذا، وقد تم تحليل عدد قليل من ثعلب البحر هذه خلال الفترة التي تناقصت فيها، ولكنها بعد ذلك أثارت الاهتمام الكبير، حيث إن خلال السنوات الأخيرة وجدت ثعالب البحر ميتة في عديد من البلدان، حيث تم تحليلها، ووجد أن بعضها يحتوي على نسبة تزيد عن ٥٠ مليجرام/ كيلوجرام، وقد تم تحديد أن هذه النسبة السبب للفشل في الأداء التناسلي، وطبقا للاختبارات التي أجريت على حيوان ثدي لاحم يطلق عليه مسمى المنك (Mink). وهو من ذات عائلة الثعالب البحرية، ومع التخمين بأن زيادتها عن ذلك يعني أنها مسببة للأخطار للثعالب في الحادث من فشل جنسي. وهناك بعض التأكيدات الحديثة أن ارتفاع التركيز لمركب (PCB_s) بسبب مبيد ادرينال، فإن إحدى نتائجه التسبب في تحطم جهاز المناعة. وهناك معلومات محدودة جدا من هذه المناطق حيث وجد أن القليل من الثعالب قد مات وبالتحليل للثعالب التي حدث لها التواء في المفاصل، كانت إحدى الطرق للتغلب على هذه المشكلة بسبب التلوث بالمركبات العضوية المحتوية على الكلور. ذلك أن الثعالب تستخدم التواء مفاصلها كعلامة بأنها قد أوقعت في أماكن واضحة، كما أن لها رائحة مميزة للإفرازات غددها الشرجية بالروائح الغنية بالأحماض الدهنية. ووجود تركيزات من المركبات العضوية المحتوية على الكلور في هذه الأحماض الدهنية، فإن ذلك يوضح وجود عجوزات جسدية، ومن الممكن إيضاح متوسطات التركيز للمركبات الكلورية في مفاصل الثعالب، وبنسبة مركب (PCB_s)، يتناسب عكسيًّا مع الحادث في أعداد الثعالب.

ومن المؤكد أن السلطات على الماء، ورجوعًا لما يقومون به من تحاليل روتينية لعينات الماء من النهر، فإنها تعتبر أن ذلك النهر خالي من المركبات الكلورية، وبما يعني أنها أقل من التركيز الممكن قياسه، ورغم ذلك فإن بواسطة التجميع البيولوجي للتأثيرات تم تخريب للتجمعات من هذه النوعية من أكلة اللحوم، ومن الواضح أيضًا أنه من أجل الحماية للنظام البيولوجي وللأفراد، فإن التحليلات الروتينية لكل من

المعادن الثقيلة والمركبات العضوية الكلورية في العينات البيولوجية يلزم أن يكون إجباريًّا.

٣-٩ التلوث الحراري: يعتبر ماء التبريد الخارج من محطات توليد الكهرباء المصدر الأساسي للتلوث الحراري حيث إن هذه المياه تحتوي عديدًا من الملوثات الكيماوية، وعلى الرغم من قلة كمياتها في ماء التبريد ولكنها تتسبب واقعيًّا على البيئة الموجودة في المجرى المائي، الذي يستقبلها، إذ إن ارتفاع درجة الحرارة بغير من البيئة الطبيعية، بسبب الإقلال من كثافة الماء وتركيز الأوكسجين، مع الزيادة في التفاعلات البيولجية للكائنات الموجودة، والكائنات الموجودة في الماء البارد، خاصة الأسماك، ذات حساسية كبيرة للتغيرات في درجة الحرارة، ومن الممكن أنها سوف تختفي، إذا ما وصلت التيارات الساخنة إلى الكم الأساسي من ماء البحر، ومع زيادة درجات الحرارة، فإن العمليات البيولوجية تزيد، ومما يعني زيادة سرعة ضربات القلب للأسماك؛ من أجل الحصول على تركيزات الأوكسجين اللازم للزيادة في العمليات البيولوجية، ولكن مع النقص الحادث في الوقت ذاته للنقص في تركيز الأوكسجين الموجود في الماء. فعلى سبيل المثال فإن سمك الكارب (Carp) عند درجة حرارة ١^{0}م، من الممكن أن يحيى إذا كان تركيز الأوكسجين منخفضًا إلى حدود ٠٫٥ مليجرام/ لتر، بينما إذا ارتفعت درجة حرارة الماء إلى ٣٥^{0}م فإنه يلزم أن يزيد تركيز الأوكسجين إلى حدود ١٫٥ ميليجرام/ لتر، وتقل سرعات السباحة للبعض من الكائنات عند درجات الحرارة المرتفعة، فالسلمون عند حرارة ١٩^{0}م يكون أقل في الفاعلية البحرية، وكذلك يمكن أن تتغير المقاومة للأمراض، وفاعلية البكتريا على الأسماك تكون غير ضارة إطلاقًا عند درجة حرارة أقل من ١٠^{0}م، وبينما تؤثر على الجروح بشدة عند حرارة من ١٠ إلى ٢١^{0}م، وتؤثر بشدة على الصحة للأنسجة عند حرارة أعلى من ٢١^{0}م.

وعلى الرغم من ذلك فإنه يلزم التذكر أن التغيرات في درجات الحرارة لهو مظهر للنظام البيئي الطبيعي، وبما يؤثر على الكائنات التي لديها الاستعداد للتوافق مع التغيرات في الظروف التي تحدثها التأثيرات الحرارية، وذلك على الرغم من أن عديدًا من الأبحاث التي أجريت على التلوث الحراري تعتبر حاليًا ذات أهمية محدودة مقارنة بالمصادر الأخرى للتلوث. وبالتحديد فإن هناك بعض المزايا التي تحققها السوائل الساخنة، من حيث المساعدة على النمو والتناسل.

٣-١٠ التلوث البحري: بالمقارنة مع الأوضاع البحرية فإن مجهودًا محدودًا قد بذل عن تأثيرات النفط على التأثيرات البيئية التي تحدث للماء الطازج. وعلى الرغم من ذلك فإن التلوث المزمن

للماء الطازج بالمركبات الهيدروكاربونية آخذ في الازدياد بتوسع. والكثير من ذلك التلوث بسبب الخامات النفطية، ومن صعوبة الانسكاب والتنظيف للطرق، وكذلك التفريغ غير القانوني لزيوت المحركات، مع وجود مصادر أخرى تشتمل على المضخات الموجودة في محركات القوارب أو عمليات الزراعة، بينما الحوادث تشتمل على النقل والانسكاب من الخزانات وعلى نحو كبير يلزم اعتباره، ويقدر أن ٤٠٪ من التلوث الحادث ينتج مما يصل إلى المياه القريبة من المصادر الرئيسية للخزانات، والمحتوية على وقود المازوت، بينما ٦٠٪ من هذا التلوث ناتج عن الانسكابات للمقطرات والمنتجات البترولية المختلفة. والمنتجات القابلة للذوبان من الخامات البترولية، والمنتجات التي تم تكريرها، ربما تسبب إحداث السمية للحيوانات الموجودة في الماء الطازج، على الرغم من أن التنبؤ بتأثيرات السمية أكثر صعوبة رجوعًا إلى الطبيعة الكيميائية المعقدة لما يحدث عن تفريغات، وأكثر التأثيرات لما يقع على أنواع البيض وصغار الحيوانات البحرية.

وبصفة عامة فإن المركبات الأليفاتية (السلاسل الهيدروكاربونية) للخامات النفطية، ذات تأثيرات غير ضارة، بينما المركبات العطرية الأحادية الحلقة فإنها بصفة عامة سامة، ومع ازدياد هذه السمية مع الزيادة في درجة عدم التشبع للمركب؛ أي نزع الهيدروجين من تركيبه، وتتجمع بعض مكونات النفط مثال مركب (PCB_s)، والرصاص في الأنسجة.

كذلك فإن عوامل الاستحلاب وأنواع المشتتات، والتي تستخدم من أجل تنظيف الانسكابات، فإنها أصلاً ذات سمية عالية، وكذلك العوامل المنشطة للسطوح، والتي تحتوي على ما يجعل نسبة المرور أكثر نفاذية للمركبات السامة في الحيوانات. وعلى الطريقة ذاتها، فإن مخاليط الخامات والمشتتات عادة ما تكون أعلى في السمية عن أي من مكوناتها بمفرده. وكذلك توجد في بعض الأنواع من الفروقات في القابلية لتأثيرات مركبات خاصة في النفط، على سبيل المثال المركبات العطرية المتعددة الحلقات، وبما يزيد من الصعوبات عند التنبؤ بما يحدث من سمية.

والخواص الطبيعية للخام الطافي هو نوع من المخاطر الخاصة على الأنواع من اللافقريات مثال الطيور البحرية؛ بسبب أن التلوث يقلل من القابلية للطفو، وكذلك للعزل. وبينما أن ابتلاع النفط عادة ما يكون نتيجة للمحاولات لتنظيف ريش الطيور، وبما يؤكد السمية بها عند تناولها في فم الأفراد، عند المستويات المنخفضة من التلوث، وبالتالي يجعل الأسماك غير صالحة للأكل. وأهم المصادر للعفن هو النفط الخفيف

ومدى الغليان المتوسط من المقطرات البترولية، إلا أن هناك عديدًا آخر من المصادر، مثال: العادم من المحركات البحرية، والمخلفات من المصانع البتروكيمائية، ومعامل التكرير، وجميع الحقول البترولية.

٣-١١ التلوث من المصادر المتحركة:

تصنف الرقابة على التلوث المنبعث أو المتسبب فيه المصادر المتحركة أكثر صعوبة، إذا ما قورن بالرقابة على المصادر الثابتة، وكذلك أيضا إمكانيات التحكم أو التعديل، بذلك يكون التحكم على كيفية استخدام الكيماويات من أفضل الوسائل لإتمام هذه الرقابة.

لكن بالنسبة إلى عديد من أنواع الملوثات، فقد تتساوى المصادر المتحركة مع غيرها الثابتة، وكمثال على ذلك الملوثات من المعادن الثقيلة الموجودة في مياه بحر الشمال بإنجلترا، فرغم انخفاض معدلات التطاير للمعادن الثقيلة، إلا أن الترسبات الساقطة من طبقات الجو العليا تصنع إسهامًا كبيرًا في الحادث من تلوث.

هذا ومن أهم المصادر المتحركة للتلوث، والتي من اللازم أخذها في الحسبان، الثلاث التالية:

- درجة الحموضة.
- نسبة مركبات النيترات.
- نسبة أنواع المبيدات.

وفيما يلي عرض موجز لهذه المصادر الثلاث.

أ - درجة الحموضة:

مع التوسع في استخدام وحرق أنواع الوقود المحتوية على مركبات أو عناصر الكبريت والنيتروجين فإنها تتحول إلى أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، والتي تنبعث إلى طبقات الجو لتذوب في حياة السحب، ثم لتتساقط مع الأمطار، والتي تكون حامضية، أو مع الترسبات من الجزئيات الدقيقة، فإنها تلوث مكونات البيئة، وتحسل مياه البحيرات والينابيع إلى أن تكون حامضية، ليبلغ رقم تركيز أيون الهيدروجين (pH) إلى حدود ٤ إلى ٦،٥، وفي أغلب المواقع يكون بحدود ٥ درجات، وفي الكثير من الأمطار على القارة الأوروبية، ودول شمال وشرق أمريكا بحدود ٤ إلى ٤،٥.

وتتسبب هذه الحموضة للمياه في عديد من الأضرار والنتائج السلبية، والتي تشمل انخفاض أعداد الأسماك والكائنات البحرية، وخاصة في المواقع، التي لا يتوافر بها مركبات معادلة للحموضة مثال الحجر الجيري وغيره.

وأفضل السبل للإقلال من تأثيرات هذه الحموضة الرقابة على مصادر الانبعاثات من الأكاسيد، ولكن تحقيق هذا يحتاج إلى وقت طويل وتكلفة لتنفيذه، إضافة إلى عدم حدوث أي تغير للمياه، التي أصبحت بالفعل حامضية، والتي قد يكون من اللازم المعالجة الجيدة لتصبح على ما كانت عليه في الماضي بحدود عام ١٩٨٥، ولن يتحقق هذا الانخفاض إلا مع خفض ٩٠٪ من الانبعاثات للأكاسيد، وكذلك لخفض الترسبات بنسبة ٣٠٪.

وقد يكون استخدام الجير من أنسب الحلول خاصة بالنسبة لمصايد الأسماك، ولكن قد يتسبب استخدام الجير في تغير بعض الخواص البيئية للموقع الجاري معالجته، خاصة إذا ما حدثت تغيرات كيميائية لذلك الموقع، وكذلك إذا ما صادف وجود مكونات طبيعية ينشط نموها مع زيادة الحموضة، وعندما تكون في المساحات المعزولة والتي لا يتجدد ماؤها، ومن الممكن تقبل الزيادة في درجة الحموضة إذا ما تم التخطيط لأن تتجه الزراعات لمواجهة منع إحداث تأثيرات لزيادة الحموضة.

ب - نسبة مركبات النيترات :

تحتوي طبقات التربة وماء الري على الأحماض الأمينية وكذلك الكلوروفيل وغيرها من اللازم لاستنبات وغذاء النباتات، والتي زادت بمعدل كبير خلال العقود الأخيرة، مع التوسع في استخدام الأسمدة الأزوتية المحتوية على النيتروجين، هذا وتتحرك مركبات النيترات، متخللة طبقات التربة وصولاً إلى الصخور السفلى وإلى المياه الجوفية، ومن ثم إلى الأنهار وغيرها من المسطحات المائية، ومما أدى إلى زيادة نسب المركبات من النيترات بمعدل كبير، خلال الخمسين عامًا الماضية، وأحدث تغيرات في عمليات الزراعة، ومع الاستخدام المكثف لهذه الأسمدة النيتروجية، ثم استخراجها أثناء عمليات الحراثة لزراعة المساحات العشبية الخضراء، مما يصنف معه بأنها من المصادر الأساسية للنيترات، وإحداث بالتالي للتأثيرات المؤذية والمتزايدة على صحة الأفراد؛ خاصة الأطفال ووصول النيترات إلى مياه الشرب، كما أدت إلى المزيد من نمو الطحالب في البحيرات والأنهار، وبالتالي إلى خفض نسبة الأوكسجين الذائب في المياه. خاصة في المواسم الزراعية شتاءً، حيث تقل معدلات صرف المياه وفي مواسم سقوط الأمطار، وتصل نسبة مركبات النيترات إلى حدود ١٠٠ ميلجرام/ لتر الماء، وكذلك تحدث هذه التغيرات في الأراضي الزراعية عندما تغطي بطبقات صخرية، ولا توجد نفاذية أو إمكانة للوصول إلى الطبقات السفلية من الطمي.

هذا والمياه المحتوية على نسب مرتفعة من النيترات في مقدرتها النفاذ عبر طبقة الصخور، ولكن ذلك لا يتم إلا ببطء شديد، ويزداد مع ارتفاع سمك طبقة الصخور،

وعادة ما يستغرق فترة تتراوح من ٥ أعوام إلى ٤٠ عامًا، حتى يتم وصولها إلى المياه الجوفية، إضافة إلى ما تحدثه الظروف الجوية المحيطة، وكذلك العوامل الجيلوجية، ومما زاد نسبة النيترات إلى أن تكون في حدود ١٥٠ ميليجرام/ لتر ماء، وفي بعض الدول، مثال: إنجلترا، ألمانيا، فإن الإقلال من استخدام الأسمدة الأزوتية قد أدى إلى خفض تركيزات النيترات، وعلى نحو مشجع ويخالف الذي كان حادثًا من قبل.

وتتعاون الدول الأوروبية حاليًا على حماية المياه الطازجة والسواحل البحرية ضد التلوث بمركبات النيترات، سواء من المصادر الثابتة أو المتحركة؛ خاصة مع الأراضي المستخدم بها الأسمدة الكيماوية والطبيعية، وباتباع أسلوب عدم الزراعة في بعض المساحات من الأراضي السابق تعرضها لمركبات النيترات، سواء كانت في السابق أو جاري حاليًا استخدامها. ويتم هذا الإجراء بمعرفة الحكومات المحلية، ومع مراقبة الصرف الصحي والزراعي على هذه المناطق، وأهمية إدخال واستخدام الطرق التحليلية اللازمة، وكذلك لوسائل الوقاية والمتابعة والتقييم مع تسجيل البيانات على الكميات المستخدمة سنويًّا، وسواء كانت هذه الأسمدة النيتروجية من المصادر المصنعة أو الطبيعية.

وقد تكون نتائج هذه التحليلات على تلوث المياه الجوفية بالنيترات خاطئة؛ إذ إن ما سبق استخدامه، خلال الأعوام القليلة السابقة، لم يصل بعد إلى أعماق المياه الجوفية.

هذا والإجراءات اللازم الأخذ بها للتعامل مع هذه الظاهرة تشمل الآتي:

١ - الرقابة على عمليات خلط المياه، بين المحتوية على النيترات بالتركيزات المختلفة؛ لأن في ذلك فائدة، إذا ما لوحظ أن نسبة النيترات آخذة في الازدياد.

٢- التحديد لأقصى نسبة للتدهور الطبيعي لنسب النيترات، وإذا ما كان حادثا هذا نتيجة للتخزين الطويل الأمد في التجمعات المائية ذات الأحجام الكبيرة.

٣- معالجة المياه مع تحديد اللازم استخدامه من إضافات، مثال: استخدام المركبات المحدثة للتبادل الأيوني، أو الوسائل البيولوجية والميكروبيولوجية (Microbiological denitrafication).

٤ - توفير كميات احتياطية من المياه المعبأة لاستخدامات الأفراد والمجاميع الواقعة في هذه المناطق؛ خاصة للأطفال ذوي الأعمار أقل من ٦ شهور.

ط - نسبة أنواع المبيدات:

تستخدم المبيدات للوقاية على حياة ونمو الكائنات ذات التأثيرات على البيئة، خاصة في الأوساط المائية، والتي تتسبب فيها يحدث من أخطار أو إساءة للاستخدامات، مع عدم الاهتمام بالتسجيل للأداء أو الأخطاء. وبذلك تصنف المبيدات بأنها من أخطر وأهم مصادر التلوث المتحركة.

وقد أشارت بعض التحليلات في الدول الأوروبية، إلى وجود نسب منخفضة من عديد من أنواع المبيدات في البيئات المائية، ومما يوجب التعامل مع ما تسببه، وبذل المجهودات اللازمة منعًا من حدوث الكوارث البيئية، حتى عند وجودها بنسب وتركيزات منخفضة.

وقد جرى الاتفاق على تحديد تركيز بحدود ٠٫٠١ مليجرام/ لتر ماء من المبيدات؛ للتعريف بوجود هذا المبيد في الماء، ودون أي ارتباط بما يحدثه من سمية.

وبعض المبيدات من المتعذر إزالتها تمامًا من الماء بالطرق التقليدية للمعالجة، لذلك من الأساسي العمل على خفض النسبة؛ لتكون أقل من ٠٫٠١ مليجرام/ لتر ماء.

ومن أهم الصعوبات للرقابة على تركيز المبيدات في الماء الآتي:

١- الأعداد الكبيرة من المبيدات المستخدمة والمحتمل وصولها إلى الماء؛ لذا يكون من غير العملي إجراء التحليل لتحديد كل أنواع المبيدات الموجودة في الماء.

٢- المبيدات في الماء غالبا ما تكون بتركيزات شديدة الانخفاض، بذلك من الصعب وجود الطرق الكيميائية ذات الحساسية العالية؛ لتحديد هذه التركيزات المنخفضة.

٣- لا تتوافر معلومات كافية عما تحدثه المبيدات من كوارث بيئية، ورغم أهمية وفائدة هذه المعلومات؛ خاصة عند استخدام المبيدات في المساحات المحدودة.

٤- على الرغم من أن هناك بعض المعلومات عن المدى والكمية للمبيدات المستخدمة في الأغراض الزراعية، إنما من الصعب الحصول على المعلومات المحددة عما يصل منها إلى المياه. ورغم أهمية هذه المعلومات لتطوير استخدامات المبيدات والرقابة عليها.

٥- تتوافر معلومات حديثة، ولكن قليلة عن الاستخدامات غير الزراعية للمبيدات؛ حيث من المتعارف عليه قبول وصول هذه المبيدات إلى المياه، وأن يكون لها تأثير واضح على نسبة وجودها في هذه المياه.

ورجوعًا إلى حدوث هذه المؤثرات معًا بشكل أو بآخر، فلا يوجد رقابة علمية ومنهجية على قياس المبيدات، سواء في المياه السطحية أو الجوفية، وقد يكون جاريًا حاليا في بعض الدول، خاصة الأوروبية، تطبيق برامج واسعة لإتمام هذه الرقابة على المبيدات.

وحماية للبيئة المائية فمن اللازم العمل على إيجاد أنواع جديدة من المبيدات الهادفة لأن يتحقق قياسها بسهولة ودقة وسرعة، مع التأكد من عدم سريانها من التربة، ولكن ذلك لم يتحقق بعد.

ولذلك من المهم اتخاذ عدد من الإجراءات لتحقيق الحماية، مثال: خفض كميات الاستخدام للمبيدات، سواء كانت للزراعة أو لغير الزراعة (مثال السكك الحديدية أو أندية لعب الجولف وغيرها)، ومن الممكن اتخاذ المزيد من الإجراءات الرسمية الساعية إلى تحديد المناطق الحامية للمياه، مثال حماية المصادر المائية؛ خاصة الموجهة لأن تكون مياه شرب، ولكن ذلك ليس بعد أمر سهل تحقيقه، كما أن تكاليف إجرائه مرتفعة، وهناك بديل آخر بالرقابة على استخدام المبيدات على المستوى المحلي للدولة مع المراجعة المستمرة على هذه المبيدات ودرجات السمية الناتجة عنها، وذلك قد يكون أكثر سهولة وأوفر اقتصاديًا، ولكن حاليًا، فمن المستحيل التقييم الواضح عما يمكن أن تحققه أي رقابة على التلوث نحو خفض التركيزات المقاسة من المبيدات في الوسط المائي خاصة في المياه الجوفية.

٣-١٢ تأثيرات الكيماويات على تلوث الماء:

تعرف الكيماويات بأنها مادة أو مركب يكون له ملمس، رائحة أو طعم، وقد يكون هذا من مكون واحد أو عديد من المركبات المخلوطة معًا، وقد يكون البعض من الكيماويات من المتعذر الإحساس بها، ولكن من المستطاع بالطرق العملية قياسها، باستخدام الأجهزة المناسبة والفائقة الدقة.

ويقدر أن إعداد الكيماويات الموجودة حاليًا في البيئات المختلفة للأرض بعدة ملايين، كما أن الكيميائيين نجحوا خلال العقود القليلة الماضية في تحضير الألوف من الأنواع الاخرى، سواء معمليًا أو صناعيًا، وأغلبها لا وجود له في الطبيعة.ولكن عرفت خواصها وتأثيراتها وأضيفت إلى السجل الكيميائي، وإن كان بعضها لازال في داخل المعامل الكيميائية.

تنقسم المركبات الكيميائية إلى عضوية وغير عضوية، فالعضوية تحتوي أساسًا على عنصر الكاربون، ذي التكافؤ الرباعي، والذي يتحد مع أربع ذرات هيدروجين،

أو ذرتين من الأوكسجين والكبريت، أو ذرة من الهالوجينات (كلـور، بـروم، فلـور، يود). وتعتمد جميع الكائنات وظواهر الحياة تعتمد على وجود الكاربون. أما المركبات غير العضوية، فتوجد أيضًا في الطبيعة، متحدة مع العناصر، والتي يقـدر عـددها ٩٠ عنصرًا، والكثير منها يتم تحضيرة معمليًّا. وبذلك فإنها جزء محدود من إعداد المركبات العضوية.

ولتحديد خواص وصفات أي من الكيماويات، فإن ذلـك يعنـي أساسًـا معرفـة تركيبها الكيميائي بدقه، ثم عند النجاح في فصلها وتنقيتها، يتم قياس درجات حرارة انصهارها أو غليانها، ثم خواص التحلل الحراري لها، وفي أي المذيبات يمكن إذابتهـا كاملا، وخلافه من الخـواص، خاصـة القابليـة للتفاعـل أو الاتحـاد مـع غيرهـا مـن المركبات أو كيف تتداخل مع النظم البيلوجية المختلفة، سواء لإنتاج مركبـات مفيـدة مثال الأدوية أو الأغذية، أو على العكس التوصل إلى مركبات ذات أضرار متنوعـة أو سمية.

وأبسط المركبات العضوية مركب الميثان والذي له رمز CH_4 (H-C-H)، وينـتج من تحلل أو تخمر المركبات العـضوية في الطبيعـة. وهـو ذو تـصميم ثلاثـي الأبعـاد، وتحتوي الأوقية منه على عدد ١٢×١٠٢٣ جزئي.

والتركيبات العضوية معقدة وإن اتفق بعضها في التركيب الإجمالي، وعدد مـا بهـا من ذرات الكاربون، وإنما تختلف في كيفية تكوين هذا التركيب، أو ما يعرف الأزمـرة مثال الآتي

(CL - CH₂ - CH₂ - CL) & (H - CH₂ - CHCL - CL)

1,2 Dichloroethane　　　1,.1 Dichloroethane

وعندما تصل الكيماويات إلى أنواع المياه، فإنهـا تلوثهـا وتفـسدها وتجعلهـا غـير صالحة للشرب أو للري.

٣-١٢ تلوث البحر الأبيض المتوسط:

يعتبر البحر الأبيض المتوسط بحيرة شبه مغلقة؛ حيث تتجدد مياهه كـل فـترات طويلة تصل إلى حوالي ١٠٠ عام، وذلك في مساحته التي تـصل إلى حـوالي ٣ ملايـين كيلو متر مربع، وسكانه من أوربا حوالي ٥٨٪، ومن إفريقيا ٢٤٪، ومـن آسـيا ١٨٪،

ويمر به ٥٠٪ من بواخر العالم، نصفها من نـاقلات البـترول، ويتلـوث مـن المـصادر التالية:

أ - الصرف الصحي لحوالي ١٢٠ مدينة ساحلية مطلة عليه؛ حيـث لا يـتم معالجتهـا قبل وصولها إلى البحر مباشرة، ولذا أصبحت الكوليرا، والتيفـود، والبـاراتيفود من الأمراض المتوطنة.

ب - تصل كمية حوالي ٢ مليون طن خام بترول سـنويًا، ناتجـة عـن عمليـات النقـل والاستكشاف والحفر، إلى جانب عمليات غسيل الخزانات، أو من التسرب مـن الناقلات أو لحوادث السفن.

ومن أخطر الملوثات المخلفات البترولية الناتجة عن الحوادث، أو عمليات الحفـر والإنتاج أو التسرب؛ خاصة بسبب تلف الأنابيب، إلى جانب ما يلقى من نفايات ومخلفات بترولية أثناء الـسير في عـرض البحـر، ويـضاعف مـن تـأثير التلـوث القصور الشديد في وسائل الإنقاذ البحـري، وإجـراءات الحمايـة للـشواطئ مـن التلوث.

جـ - الصرف الصناعي من آلاف المصانع، أو من حرق المخلفات الصناعية والنفطية.

د - الصرف الزراعي، وما يحتوي عليه من مئات الأطنان من بقايا المبيدات الحشرية.

هـ - الصيد الجائر مع التلوث بالمركبات والمواد السامة، ومما سبب النقص الـشديد في الأسماك، ومع تلوث الأسماك بالاحتواء على بقايا المبيدات والمعـادن والمركبـات السامة.

هذا وتـشمل الملوثـات: الحقائـب، الأكـواب بأنواعهـا، الزجاجـات بأنواعهـا، القفـازات، مركبـات الكلـور بأنواعهـا، المـصابيح الكهربائيـة، العبـوات المعدينـة، الإطـارات، الأخـشاب والزجـاج، الكيماويـات، (الزئبـق، كـادميوم، هالوجينـات، زيوت، شحوم، نفايات السفن،...إلخ).

لذلك فإن نوعية الحياة في المدن والتجمعات الـسكانية لحـوض البحـر المتوسـط مرتبطة ومتوقفة على الآتي:

- التخطيط العمراني.
- الترشيد في استخدام الماء، حيث تجرى عمليات التحلية للتزويد بمياه الشرب.
- معالجة الماء وإعادة استخدامه.

- كثرة إنشاء المساحات الخضراء.
- وقف تخلص السيارات من السموم.
- الحد من تلوث الهواء.
- استخدام الطاقات المتجددة؛ خاصة الطاقة الشمسية.
- الرقابة على استخدامات المقطرات والخامات البترولية، وكذلك الفحم.
- منع الجور على الأراضي الزراعية وتحويلها إلى إسكان.

ونظرا لسوء حالة البحر الأبيض، فقد اضطرت الأمم المتحدة عام ١٩٧٥ إلى تنظيم اجتماع لدوله، حيث اتفق على القيام بإجراء جماعي لحفظ الحياة من الموت، سواء للنباتات، أو الحيوانات، ومن المعروف أن ٧٠٪ من الأوكسجين على الأرض تقوم النباتات البحرية بإنتاجه؛ لذلك فإن إتخاذ إجراءات مشددة لمنع صب مياه المجاري والمواد الملوثة، يتيح فرصة لأن تتقدم الحياة.

٣-١٤ تلوث المحيطات

تغطي المحيطات حوالي ٧٠٪ من مساحة سطح الكرة الأرضية؛ أي إنها كبيرة في كل من الاتساع والعمق؛ ليصل حجم ما بها من مياه إلى قرابة ٣٠٠ مليون ميل مكعب.

لكن للاسف يستخدمها الأفراد كقالب للقمامة، إذ يقدر أن ما وصل إليها من القمامة بحدود ٢٠ مليون طن، تشمل مختلف اشكال المخلفات من علب بلاستيكية، أو صفيح، أو كيماويات، أو معادن ثقيلة، أو نفايات مشعة، إضافة إلى البراز البشري والصرف الصحي، وكذلك الأطنان من الخامات والمنتجات البترولية، التي تتسرب إليها من الناقلات وخطوط الأنابيب.

وتلعب المناطق الساحلية الدور الأساسي في سلسلة الحياة، حيث يقضي معظم الكائنات والأجناس البحرية جزء من حياتها في المياه الدافئة، وفي الوقت ذاته توفر هذه المناطق الغذاء للملايين من البشر، إضافة إلى أن تكون أماكن مناسبة لقضاء أوقات الفراغ والعطلات؛ مما يجعلها شديدة التلوث، ويغرق أساس المشكلة إلى التكدس السكاني في المناطق الساحلية، مع عدم وضع وتنفيذ نظام فعال للتخلص من النفايات والمخلفات بأنواعها، وألا تترك على نحو ما هو حادث حاليًا، غير منظمة أو مدروسة. وفي أمريكا تشير الإحصائيات إلى أن ٧٥٪ من السكان يقطنون في المناطق

الساحلية، وتمتد الشواطئ إلى مسافات متباينة، يصل بعضها إلى قرابة خمسين ميل، بما في ذلك سواحل البحيرات الداخلية.

وحاليا تعاني بعض المناطق من شدة التلوث البحري، مثال خليج طوكيو أو بحر البلطيق، حيث تزيد مخلفات المصانع المختلفة، إضافة إلى المناجم والصرف الصحي، وفي بعض المناطق لا يتوافر للسكان صرف صحي مناسب وملائم، مثال جزر الكاريبي، وبعض المدن والمواقع على الساحل الشمالي لإفريقيا وآسيا.

ومن المهم إيضاح أن الشركات الصناعية مسئولة أساسًا عما هو حادث، إضافة إلى أن الشركات تؤثر على الحكومات؛ لعدم إيجاد أي خطوات إيجابية.

وحاليًا تتوافر تكنولوجيات تتيح أن تتحول أشد المياه تلوثا إلى مياه عذبة ونظيفة وصالحة للشرب، ولكنها عمليات مكلفة وتقلل من أرباح الشركات، ولا يوجد توازن إيجابي بين هذه التكاليف والمميزات المتحققة، سواء على المستوى الاقتصادي أو السياحي أو الجمالي.

وفي أمريكا، يصل الدخل المفقود (الخسائر) الناتجة عن مجرد إغلاق الشواطئ الملوثة إلى مئات الملايين من الدولارات، ولمقاومة ذلك التلوث تلجأ اليابان إلى إنشاء مراكز ضخمة لتربية الأحياء المائية في أوساط نظيفة، خالية من التلوث، بعيدًا عن المحيطات والبحار والسواحل الملوثة.

والآن تدور المعركة بين الشركات الملوثة، وخاصة المنتجة للكيماويات والمبيدات وبين الحكومات وأجهزة البيئة؛ من أجل خفض كميات التلوث، لكن هذه الشركات لا تهدف إلا إلى الربح وزيادة المبيعات، بذلك فهي تدمر البيئة، وتصيب دولها وشعوبها بالأضرار.

ويقدر في أوروبا أن ثلاثة أنهار فقط، هي : الراين، الألب، المومر، يصل إليها سنويًا أكثر من ٣٨ مليون طن من الزنك، ١٤ ألف طن من الرصاص، ٦ آلاف طن من النحاس، بالإضافة إلى كميات متفاوتة من الزئبق والكادميوم والزرنيخ، وإلى ما تقذفه السفن من أنواع المخلفات والقمامة، والتي تقدر بحوالي ١٤ مليون طن، ثم هناك حقول البترول؛ حيث يوجد في بحر الشمال أكثر من أربعة آلاف بئر بترولية، إضافة إلى مائة وخمسين رصيف حفر وشحن منتجات، وجميعها متصلة بشبكة من خطوط الأنابيب بطول ثمانية آلاف كيلو متر، ويقدر أن التسرب من تلك الشبكة على الأقل حوالي ٣٠ ألف طن من المنتجات البترولية سنويًا. تصل إلى البحار والأنهار

والمحيطات، مما يدمر الأحياء المائية ويصيبها بالالتهابات الجلدية والأورام وتشوهات الهياكل العظمية، وأحيانا الموت الجماعي، إضافة إلى أن التلوث يزيد من نمو الطحالب المائية وعلى نحو كثيف، حيث يعزى ذلك إلى إصابتها بأنواع من الفيروسات.

ويضعف التلوث بالسموم والمعادن الثقيلة من مقدرة الجهاز المناعي للكائنات البحرية، مما يجعلها سريعة التأثر واحتمالات الإصابة بالأوبئة. وأشارت التحاليل إلى أن الكائنات الميتة من شواطئ بحر الشمال يوجد بها آثار لأكثر من ألف مادة سامة.

وابتداء من عام ١٩٨٨ أصدرت السلطات الأمريكية أمر بأن لا يتم إلقاء مياه الصرف الصحي المعالج إلا في مقلب محدد، وعلى بعد ١٧٠ كيلو مترًا من الشاطئ في نيويورك، وقد كان في السابق ذلك المقلب على بعد ٢٠ كيلو مترًا فقط. ومما يعني أن المخلفات ستتناثر على نحو أكثر سلامًا، ولكن ذلك كان ولازال له تأثير على الأسماك، مما قلل من كمياتها، إلى جانب إصابة الأصداف وجراد البحر بعلامات تشابه الحروق، ورغم أن البلاد الأوروبية المحيطة، ببحر الشمال، قد وافقت على عدم إلقاء مخلفات الصرف الصحي المعالجة في مياهها، لكن بريطانيا لم تلتزم بهذا القرار واستمرت في إلقاء خمسة ملايين طن سنويا، والحكومة البريطانية مسئولة بأنها أقل دول السوق الأوروبية التزامًا بالقوانين البيئية، إضافة إلى ذلك توجد ظاهرة انتشار نمو أنواع من الطحالب الحمراء، وحيث أطلق عليها مسمى الخطر الأحمر، وإن كانت توجد في ألوان أخرى متعددة (صفراء، بنية...إلخ). ومع تكاثرها تقلل من كميات الأسماك المتواجدة في هذه المياه، وتشير بعض الآراء إلى أن التلوث المتزايد بأملاح النترات والفوسفات له تأثير كبير على وجود ونمو هذه الطحالب؛ حيث تقوم هذه الأملاح بدور السماد والمخصبات التي تزيد من تكاثرها وبمعدلات كبيرة جدا، وليصل إلى أن يتضاعف عددها في بعض السواحل إلى الضعف كل عشرين ساعة، وكما وجد أنها تمتد على طول الشواطئ وبأعماق وصلت في بعض المواقع إلى قرابة ١٦٠ كيلو متر، ويعزى إلى مصانع معالجة المخلفات السبب في تكاثرها، حيث إن إمكانات هذه المصانع مركزة على إزالة الملوثات العضوية والصلبة، إلا أن القليل منها يقوم بإجراء المعالجات الثلاثية، واللازمة لإزالة النترات والفوسفات والأسمدة الذائبة في الماء.

وبذلك تصل هذه المياه التي لم تعالج جيدًا إلى الأنهار، ومنها إلى البحار والمحيطات، وكذلك تؤدي إلى تكون الأمطار الحامضية، والتي يتوقع أن تزيد بها كميات الملوثات بحدود ٣٠-٤٠٪ خلال العقود القليلة القادمة، ومما يعني أنه إذا لم يتم السيطرة على الأمطار الحامضية، فإنه سوف يستمر تلوث المياه الساحلية

بالنيتروجين. ونتائج التلوث من الصعب حصرها في مواقع محددة، فبعضها ظهر في المكسيك ثم انتقل إلى أوروبا (إسبانيا) ثم بعد ذلك إلى تايلاند، إندونسيا، اليابان، وقد يعزى ذلك إلى ما تقوم به السفن التجارية وناقلات البترول من نقل الملوثات وحبوب لقاح الطحالب، خاصة مياه الصابورة عند مرور ناقلات البترول قادمة بعد إفراغ شحنتها، حيث يحتمل أن تكون مياه الصابورة هذه حاملة للملوثات وحبوب لقاح الطحالب، ومما يؤدي إلى نشرها في بحار العالم، وظهور أماكن جديدة مملوءة بها. وقد يلعب في نشرها أيضًا ظاهرة الصوبة الحرارية والتحركات الطبيعية للكتل المائية، وحيث يمكن أن تؤثر جميعها في خلق الظروف الملائمة لأن تتكاثر فيها الطحالب وتصبح من الملوثات.

وعند ردم وتدمير المناطق الرطبة، وشبه المستنقعات لإقامة المدن عليها، فإننا ندمر المرشحات التي تستخدمها الطبيعة وكائناتها؛ إذ بذلك تسير الكيماويات السامة والمخصبات إلى المياه؛ خاصة إذا ما تم حفر مصارف لتجفيف المستنقعات والتي تعتبر الملجأ للأغلبية العظمى من الأحياء البحرية، إذ إن ملوحتها أقل نسبيًّا من البحار والمحيطات، بالإضافة إلى ما توفره الحشائش والأعشاب والطحالب من حماية طبيعية للأسماك والكائنات البحرية، ومما يجعلها حضانات ممتازة للأطوار الأولى من الكائنات، ورغم ذلك فقد تم بالفعل ردم ٥٠٪ من المستنقعات في الولايات المتحدة، ونسبة ٤٠٪ في أوروبا، بينما يعاني ٦٠٪ من المستنقعات الساحلية من ضغوط ومشكلات للصرف والتنمية وغيرها.

ومن المهم ذكر أن بعض أنواع الطحالب تفرز سمومًا معينة عندما تلامس خياشيم الأسماك، ومما يقضي عليها، والتأثير ذاته يحدث بين التجمعات من الطحالب مع الثدييات البحرية، وقد أيد ذلك ظهور جثث من الحيتان على الشواطئ البحرية.. وعند تشريحها وجد أن أكبادها مليئة بالسموم الناتجة من أنواع الطحالب، ويحدث أحيانًا أن تتغذى الطحالب في نموها على المخصبات وتستهلك الأوكسجين، ولكن بعد فترة تستهلك وتتهاوى، ومع هبوطها إلى القاع تسحب معها بلايين من الخلايا وهكذا تموت الأصداف والأسماك والكائنات البحرية؛ أي إنها كارثة بيئية حقيقية إلى جانب الخسائر المادية.

إن موت هذه التجمعات من الطحالب قد يكون إنذارًا واضحًا عن التوقعات للتدمير البيئي، وعلى نحو يماثل عصفور الكناري، الذي كان يمسك به عمال المناجم

أثناء وجودهم في أعماق المناجم، ليكون موت ذلك العصفور إنذارًا واضحًا بوجود غاز سام، وبذلك يسرع العمال بالخروج من المنجم لينجوا من الموت.

إن تلك الطحالب إنذار بأن المحيطات تفقد مرونتها والمقدرة على التعامل مع الملوثات، أي إنها إنذار واضح، ولكن من يلتفت إليه بوضوح، يجد أن مستعمرات الطحالب الضارة تطرد الطحالب المفيدة، كما تطرد بعضًا من أنواع الأسماك (مثال السردين)، ومعنى ذلك تضاؤل أعداد الأسماك والتأثير على الأسماك الكبيرة التي تتغذى عليها، مما يؤدي إلى قصور في سلسلة الغذاء، ومما يعني التوقع للمزيد من الكوارث البيئية.

إن حدوث تحسن في أوضاع المحيطات يستدعي وقف جميع عمليات التلوث فورا، ثم الانتظار لعدة عقود قبل أن تنظف بعض المناطق الملوثة، وقبل أن تنمو ثانية بعض الكائنات البحرية، بينما ستظل بعض الكيماويات السامة (PCB) لاصقة مع الصخور لمدة عقود، وتحتاج مخلفات البلاستيك إلى خمسمائة عام للتحلل.

لقد أصبح البحر الأبيض من أقذر بحار العالم، وقد يكون وصل الأمر فيه إلى نقطة التحول أو اللاعودة، وقد يسجل العلماء بعض التحسن مع التوسع في إقامة وحدات معالجة مياه الصرف الصحي، كما حدث في برشلونة، مارسيليا، أثينا، وغيرها، لذلك يصاب المستحمين به بعديد من الأمراض الجلدية أو التهابات الكبد الفيروسي، كما توجد به بقع الزيت وتعلو سطحه الخضروات المتعفنة وأحيانا جثث الأسماك والفئران، وأيضا قد تخرج روائح كريهة، وعليه يلزم التعاون بين جميع الدول؛ من أجل بذل المجهودات لمنع التلوث والتنظيف والحماية.

ومن اللازم الاهتمام بمصادر التلوث واسعة الانتشار مثال الأسمدة في المزارع والحدائق والحقول، وما تحدثه من زيادات في النترات والفوسفات في مياه الصرف الزراعي، ومما يستلزم وضع أسس لكيفية السيطرة على الأسمدة والمبيدات.

إن أكبر المخاطر الانتظار دون اتخاذ أي إجراء؛ إذ قد يحتمل أن يكون ذلك إلى حين أن تقتل آخر سمكة أو صدفة أو كائن بحري، ولن نكون قادرين بذلك على إيقاف موت البحار والمحيطات.

٣-١٥ تلوث الشواطئ:

سجلت منطقة ساحلية على أحد الشواطئ البحرية الممتدة لمسافة ١٠٠ متر فقط، رصدَ للملوثات التالية:

١- ٥٥ حقيبة مختلفة الأحجام والأشكال.

٢- ٣٦ قطعة من أدوات المائدة (شوك، معالق...إلخ).

٣- ٤ لعب أطفال مع ٣ كور من المطاط.

٤- ٦٢ زجاجة بلاستيك.

٥- مبيدات متنوعة ٥٥٠ طنًا.

٦- ٣١ أنبوبة مساحيق تجميل.

٧- ١٩٥ غطاء زجاجة.

٨- ١٤ صحيفة وجرنال.

٩- ٦٥ غلاف مجلة أسبوعية.

١٠- ٢٧ قطعة من الأقمشة المختلفة.

١١- ٥٧ علبة معدنية للأسماك.

١٢- أطنان كثيرة من نفايات السفن والبواخر.

ذلك إضافة إلى شبكة مخترقة، مصباح كهربائي، إطار سيارات، أخشاب...إلخ.

هذا كما ثبت أن الأسماك تبتلع أنواع البلاستيك، والتي تصل بذلك إلى الأفراد، كما أن المياه التي تصل إلى الشواطئ ملوثة بالمعادن والهالوجينات والزيوت وغيرها، وفي دراسة أجريت على شواطئ البحر الأبيض المتوسط في أربع دول (أسبانيا، فرنسا، اليونان، إيطاليا)، وجد أن هناك أربعة شواطئ غير صالحة للاستحمام بها من شدة التلوث، وتتسبب كميات النيترات والفوسفات الموجودة في الأسمدة والمبيدات على تكاثر الطحالب على نحو كبير، وأحيانًا اختناق المياه.

وفي دراسة متكاملة عن دول حوض البحر الأبيض المتوسط فقد وضعت تحت رعاية برنامج الأمم المتحدة للبيئة ما عرف بمسمى «الخطة الزرقاء» عن تصورات المستقبل، اعتبارًا من عام ٢٠٠٠ إلى عام ٢٠٢٥، وتهدف إلى بيان ما يترتب من آثار في المستقبل والكشف عما يمكن أن يحدث من اختلالات بيئية، وتذكر هذه الدراسة أن سكان بلدان هذا البحر حوالي ٣٦٠ مليون منهم ٨٢ مليون من سكان السواحل، سوف يصل تعدادهم عام ٢٠٢٥ إلى ٥٧٠ مليون، سيكون منهم ١٧٠ مليون من سكان السواحل، وثلثا هذا العدد في منطقة الجنوب والشرق من البحر المتوسط، بينما السكان في الشمال سوف يزيدون على نحو محدود. والساحل الجنوبي وأغلبه دول

عربية، وهو الذي سيواجهه التهديدات الأكثر خطورة بيئيًّا؛ لذا من اللازم وضع القوانين الملزمة للحد من التلوث، مع وقف مرور السيارات وإنشاء مساحات خضراء، والاعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر نظيف للطاقة، مع فرض الرقابة على استخدامات البترول والفحم.

٣-١٦ تلوث نهر النيل وفروعه :

طول نهر النيل قرابة ٦٦٩٠ كيلو مترًا بمساحة ٢٠٩ مليون كيلو متر مربع، ويمر بتسع دول: تنزانيا، كينيا، زائير، بوروندي، رواندا، إثيوبيا، أوغندا، السودان، مصر. ويحمل ٢٠٪ من كمية الأمطار التي تسقط على منابعه، ويقدر نصيب مصر السنوي كمية ٥٥٫٥ مليار متر مكعب، تستهلك منها الصناعة كمية ٤١٣ مليون متر مكعب سنويًّا.

ومصادر التلوث لمياه الشرب في مصر كثيرة، منها:

١- **الصرف المنزلي**: بما تحمله من فضلات واستخدامات مدنية، والتي تزداد مع زيادة السكان في المناطق المختلفة.

٢- **الصرف الصناعي**: المخلفات الناتجة عن **الفضلات الصناعية**، التي تحتوي على المركبات الكيميائية، ويصنف بعضها بأنها سامة وشديدة الخطورة ويصعب التخلص منها، والمحتوية على السيانيد والفينول، وغيرها من مسببات الأورام، ويقدر أن حوالي ٧٠٠ مصنع تصرف في النيل.

٣- **الصرف الزراعي**: ويأتي من استخدامات المخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية.

٤- **المخلفات البشرية والحيوانية**: مثال الاستحمام في المجاري المائية من الأفراد والحيوانات، وكذلك الاستخدام في غسيل الأواني والملابس، إضافة إلى إلقاء جثث الحيوانات أو البراز والبول من الأفراد والحيوانات، ...إلخ.

٥- **المخلفات النباتية**: من بعض النباتات المائية والحشائش الضارة، التي أحيانًا تتكاثر إلى أن تسد الترع والقنوات والروافد؛ إذ إنها تتضاعف على نحو سريع يقدر بحوالي ١٥٠ ضعفًا خلال ثلاثة شهور فقط، كما أنها تعوق الملاحة وحركة السفن، كما يوفر مناخًا مواتيًا لنمو الكائنات الدقيقة، والتي يسبب بعضها أمراضًا عديدة، مثال البلهارسيا والملاريا أو الدودة الكبدية، كذلك يؤثر على الثروة السمكية.

٦- **الصرف الصحي**: بالإفرازات للأفراد، وكذلك من العوامات والسفن والبواخر، إضافة إلى المجتمع المدني؛ خاصة عند تسرب أو انسكاب الزيوت من الشاحنات أثناء التحميل أو التوزيع.

٧- **الملوثات الإشعاعية**: من مياه تبريد الوحدات النووية، عندما تصل إلى المياه تذوب نسبة منها، وقد يوجد بها بعض المعادن مثال: الرصاص، النيكل، الكادميوم، الزرنيخ، الزئبق، الكوبالت، الألمونيوم، والتي تؤثر على الأفراد من القلب والرئة والكلى، ويزيد من خطورتها، أن ظهور تأثيرها يتم بعد فترات طويلة من وصولها إلى الأفراد.

٨- **خزانات ومواسير المياه**: حيث إن عدم تنظيفها يصنع بيئة نظيفة لتوالد الفطريات والضارة بالجهاز الهضمي، خصوصًا للأطفال خلال فصل الصيف، وكذلك عندما تتعرض للصدأ والتآكل، وبالتالي يلزم معه تنظيفها كل شهرين على الأقل بمحلول الكلور المخفف، مما يمنع تكاثر البكتريا على جدران وقاع الخزانات وأسطح المواسير، وكذلك تفضيل استخدام فلاتر يمكن أن تساعد على التخلص من الملوثات الدقيقة المعلقة في المياه.

من المهم المراقبة لرصد الملوثات التي تصل إلى نهر النيل وفروعه، وكذلك المياه الجوفية.

٣-١٦-١ تكاليف تأثيرات الأمطار الحامضية:

تكلف الأمطار الحامضية أوروبا فقدان ١١٨ مليون متر مكعب من أخشاب الأشجار سنويًّا، يقدر ثمنها بحوالي ١٦ بليون جنيه استرليني، وهذه الكمية مصادرها على النحو التالي:

٤٨ مليون متر مكعب من غابات أوروبا الغربية.

٣٥ مليون متر مكعب من غابات أوروبا الشرقية.

٣٥ مليون متر مكعب من الاتحاد السوفيتي (الجزء الأوروبي منه)

وهذا الرقم يكاد يساوي ثلاثين ضعفًا مما تنتجه بريطانيا بمفردها سنويًّا.

وفي السويد وجد حاليًا ١٨ ألف بحيرة مسممة بالأمطار الحامضية، منها ٩٠٠ بحيرة فقدت بعض أسماكها، بينما ٤٠٠ بحيرة بلا أسماك على الإطلاق، وكذلك حوالي ٢٠ ألف بحيرة أخرى، مهددة بارتفاع حموضتها؛ نتيجة لما تفرزه محطات الكهرباء وعوادم السيارات من ثاني أوكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، وبما تأتي به الرياح

من وسط أوروبا أو غالبًا من بريطانيا، ومنذ بدأت الثورة الصناعية فقد تجمعت كميات كبيرة من ثاني أوكسيد الكبريت في التربة.

وبافتراض أن انبعاثات ثاني أوكسيد الكبريت من التربة ستتوقف تمامًا، فإن التخلص مما في التربة من أكاسيد الكبريت سيستغرق عديدًا من العقود؛ خاصة وأن صغار الأسماك تفنى سريعًا، وكذلك لأن الأحماض تستخلص الألمونيوم من التربة؛ مما يؤذي خياشيم الأسماك ويتسبب في موتها.

والطمي الذي هو بالأساس ألمونيوم سيلكات، فإن الحموضة تؤثر عليه وتدفع إلى انبعاث الألمونيوم، ومما يعيق الأسماك عن التنفس ويتسبب في اختناقها، كذلك تقضي الأمطار الحامضية على الغابات، والتي فعليًّا بدأت تموت في أوروبا، مثال أكثر من نصف الغابات في ألمانيا، ورغم أنه في الثمانينيات لم تظهر علامات الدمار إلا على ٨٪ منها فقط، لكن المؤكد حاليا أن ٩٠٪ منها سيموت في العقد القادم (٢٠١٠-٢٠٢٠).

وفي سويسرا ثلث الغابات أخذ في الموت، ولابد من قطع ١٢ مليون شجرة تغطي ١٤٪ من مساحة الغابات، ويصاحب اختفاء الأشجار من على سفوح الجبال حدوث انهيارات جبلية خطيرة، وفي هولندا تأثرت ٤٠٪ من الغابات، وظهرت عليها آثار الدمار والموت. وفي تشيكوسلوفاكيا، أكثر من مليوني فدان من الغابات في طريقها للزوال، إضافة إلى نصف مليون منها دمرت بالكامل. وفي النمسا دمرت وتم نقل مليون ونصف مليون فدان من أراضي الغابات، كذلك دمرت ٦٩٪ من أشجار الزان في إنجلترا.

ويشبه بعض العلماء ما يحدث للغابات بسبب الأمطار الحامضية بمرض الايدز عند الأفراد؛ إذ إن التلوث يضعف الأشجار، وبالتالي يتركها عرض للهجوم سواء بالآفات أو التغيرات المناخية القاسية أو الأمراض أو الملوثات. ومع ارتفاع الحموضة، فإن الثلج الساقط يتغير لونه ليصبح أسود، وقد لوحظ سقوطه لعديد من المرات كل عام في الدول الأوروبية، وتلوث البحيرات والأنهار يقضي على الأسماك والكائنات الأخرى، كذلك اختفاء الطيور والحيوانات التي تعتمد عليها في غذائها، وعلى مختلف صور الحياة البرية.

كذلك تتأثر المباني والآثار والتماثيل بهذه الأمطار الحامضية، وقد يكون بعضها في مبان لا تقدر بثمن، مثال كاتدرائية ويستمستر في إنجلترا، التي أصبح من اللازم ترميمها أو استبدالها؛ نتيجة لما لحق بها من دمار بسبب ثاني أوكسيد الكبريت. هذا إلى

جانب عديد من المباني الأثرية من القرون الثالث عشر إلى التاسع عشر، مثال كاتدرائية سانت بول، حيث وجد أن قرابة بوصة كاملة قد تآكلت، وحتى مبنى البرلمان البريطاني أصبح عرضة لدمار خطير نتيجة الأمطار الحامضية.

كذلك الأمر بالنسبة للأشجار وبالتالي الغابات، حيث أصبحت تظهر عليها علامات فظيعة من الدمار، الناتج عن الأمطار الحامضية، وعلى نفس الحالة السيئة الحادثة في الأشجار حول مطارات ألمانيا.

٣-١٧ ماء الشرب والأمراض المعدية:

تصنف أنواع البكتريا على أنها أهم الملوثات للمياه؛ خاصة مياه الشرب، ومما يجعلها مسببة للمخاطر على صحة الأفراد. وعلى هذا الأساس، لابد من وجود مدى واسع لعمليات التنقية والتطهير لجعله صالحًا صحيًّا، وقد أدى اتباع ذلك إلى خفض كبير في الأمراض المعدية، الناتجة عن استخدام ماء الشرب الملوث، وكان ذلك على الأخص في الدول الغربية والنامية، ولكن رغم كل ذلك فلازالت توجد حالات متعددة للعدوى بالمياه، وقد وصلت في بعض السنوات في أمريكا إلى أكثر من ٤٠٠ ألف فرد، وفي ولايات مختلفة. ووصلت حالات الوفاة إلى ٥٠ فردًا، كذلك ظلت حالات الإسهال الأكثر شيوعًا لدرجة أنه في أمريكا يدخل المستشفيات كل عام أكثر من ٢٠٠ طفل، ذوي أعمار أقل من ٥ سنوات، بسبب الإسهال من تناول مياه ملوثة.

وحديثًا، تعددت مصادر التلوث للمياه، كما تم التحديد لعدة أنواع جديدة للعدوى، وأصبح المنع والرقابة على هذه الملوثات هو التحدي الأكبر للمسئولين عن صحة الأفراد.

وإضافة للبكتريا فقد أصبح من المهم أنواع الطفيليات والفيروسات وتتنوع أشكال وخواص البكتريا، لكنها وحيدة الخلية، سواء كانت مستديرة الشكل أو طويلة أو حلزونية، وجميعها تتميز بأن لها غلافًا خارجيًا وبناءً للخلية، وعادة ما تتجمع معا في مجموعات مترابطة على شكل حرف U، وتعيش في التربة والماء كذلك في المركبات العضوية الهيدروكاربونية، داخل أجسام الحيوانات والأفراد، حيث تساعدهم في إتمام عمليات الهضم، وعندما تظهر بعض أنواع البكتريا في الأماكن التي لا تأوي إليها عادة، فإنها تسبب الأمراض، كذلك عندما يتم بلعها مع المياه الملوثة فإنها تتسبب مباشرة في إحداث الإسهال وانقباض الأمعاء.

وفيما يلي عرض لنتائج لبعض ملوثات المياه.

الكوليرا:

من أهم أنواع الأمراض التي تتسبب في إحداثها البكتريا، وبنوع يطلق عليه مسمى (Vibrio Cholera)؛ حيث تصل عن طريق تناول طعام أو شرب ماء ملوث بإفرازات وبراز فرد أخر مصاب بها، وذلك ما يحدث عادة في بعض الدول من العالم الثالث، والتي تفتقد لمحطات تنقية وتعقيم المياه، كذلك طرق وإمكانيات التعامل الصحيح مع الصرف الصحي ومخلفات الأفراد، والذي يحدث كأمر عادي، عندما يتم تناول الأصداف والمحار التي يتم صيدها وجمعها من المياه السابقة التلوث بالكوليرا، دون إجراء أي عمليات تطهير لها.

لكن غالبًا فإن أكثر الأفراد لا يصابون بالكوليرا عقب ذلك مباشرة، وإذا ما حدث المرض فإنه يكون متوسط الشدة، ولا تزيد نسبة الذين يعانون من شدة المرض عن ٥٪ من الحالات؛ حيث يحدث لهم الإسهال الشديد والجفاف للماء، وإذا لم يتم علاجهم على النحو الصحيح فإنهم يموتون، والكوليرا بذلك معروفة منذ قديم الأزل، كما إنها كانت شائعة الحدوث في العالم الغربي، خلال القرن التاسع عشر حتى بدايات القرن العشرين؛ حيث أصيب بها عشرات الألوف في ألمانيا وإنجلترا وأمريكا، ومن القصص المعروفة التي حدثت في عام ١٨٥٤، عندما قام أحد الأفراد بإزالة مقبض مضخة للماء في أهم شوارع لندن لمنع الأفراد من استخدام هذا الماء، حيث كان ملوثًا ببكتريا الكوليرا، وعدَّ هذا الإجراء من أهم طرق الوقاية من الكوليرا في إنجلترا.

وحاليا يندر حدوث الكوليرا في الدول التقدمة؛ خاصة مع المعالجة الصحيحة لمياه الصرف الصحي والمجاري، وبطرق المعالجة الواقية لمياه الشرب. لكن على العكس، فإن الكوليرا لازالت من المشكلات الرئيسية في الدول تحت التنمية، خاصة مع زيادة معدلات السفر والتبادل التجاري؛ إذ إن انتشار المرض لازال على نطاق متسع، وفي أعوام الستينيات، انتشرت في أندونسيا وغرب أسيا وبنجلادش والهند وإيران والعراق، وفي أجزء محدودة من روسيا، ثم انتقلت إلى غرب إفريقيا في السبعينيات، وفي التسعينيات إلى أمريكا اللاتينية الاستوائية. وكان ذلك أولا في إحدى عشرة دولة، ثم انتشر بعد ذلك في كامل القارة، حيث وصل أعداد المصابين إلى أكثر من مليون، مع وفاة حوالي ٩٤٠٠ فرد.

٣-١٨ أضرار تلوث الماء بالمنتجات البترولية:

تتركز أهم أضرار تلوث الماء بالخامات والمقطرات البترولية في الآتي:

١- زيادة درجة التلوث في موقع الحادث؛ إذ تعمل هذه الخامات والمقطرات البترولية كمذيب، وتبدأ في إذابة واستخلاص عديد من المركبات الكيميائية، التي قد تكون موجودة سابقا في الماء، مثل بعض المبيدات أو المنظفات، ومما يضاعف من درجة التلوث في هذا الموقع.

٢- تمتص هذه البحيرة التلوث بالعناصر الثقيلة الموجودة في الماء، مثال: الزئبق، الرصاص، الكادميوم؛ مما يزيد تركيز هذه العناصر في المنطقة المحيطة بالمسطح البترولي ثم ظهور آثارها في إحداث السمية عقب الحادث.

٣- تساعد الرياح وحركة الأمواج في البحار على زيادة التلوث في منطقة الحادث؛ مما قد يدفع بمساحات من التلوث نحو الشواطئ القريبة أو المقابلة، ويلوث رمالها، ويجعلها مناطق عديمة الفائدة والنفع، سواء للاصطياف أو للصيد، ولايمكن معه التخلص من ذلك التلوث إلا بعد فترات زمنية طويلة.

٤- تدفع الأمواج العالية بالبقع البترولية لأن تختلط بطبقات الماء الموجودة أسفلها، ومما يكون معها مستحلبات من الماء والبترول، ويظهر هذا المستحلب على هيئة رغاوي سميكة فوق بقع البترول وفي كل مكان حولها، وقد يصبح من المتعذر بعد ذلك التخلص من هذه الرغاوي، لتغطي مساحات واسعة حول مساحة التلوث الأصلي، وأحيانًا تندفع مع الرياح والتيارات البحرية لتصل إلى أماكن بعيدة لعدة مئات من الكيلومترات.

٥- قد يمتد التلوث إلى قاع البحر، إذ بعد تبخر المشتقات الخفيفة والسريعة التطاير، ومع ذوبان جزء آخر في ماء البحر، فإن المشتقات الثقيلة المتبقية تظل طافية على السطح لفترة ما، ثم تتحول تدريجيًّا إلى كتل صغيرة سوداء متفاوتة الأحجام، يطلق عليها كرات القار أو الزفت (Tar balls)، والتي تنتج من أكسدة البقايا البترولية الثقيلة بالهواء، وفي وجود بعض أنواع البكتريا والعوامل الميكرو بيولوجية، ويصل عدد ذرات الكربون في هذه المركبات الثقيلة إلى أكثر من ٤٠ ذرة، إضافة إلى الكبريت والنيتروجين والأوكسجين، وجميعها تساعد على تكون المركبات الأسفلتينية. وقد تحمل تيارات الماء هذه الكرات إلى مسافات بعيدة (كما سبق الذكر)، بينما يترسب الثقيل منها إلى الأعماق، لتغطي أرضية البحار، وتقدر أوزان هذه الكرات السوداء في مياه المحيط بما يزيد عن ١٩ ألف طن، وذلك

بصفة دائمة، وغني عن الذكر أنها تسبب الأضرار للأفراد، ولمختلف الكائنات الحية في البحر والمحيطات، وأحيانا قد يبلغ سمك الطبقة السوداء التي ترسب وتغطي القاع إلى ارتفاع أكثر من ١٥ سم.

٦- في وجود ضوء الشمس وبعض العناصر الكيميائية النشطة، فإن المركبات البترولية تكون بعض البوليمرات، وقد تكون مركبات كيميائية جديدة مثال الكحولات والالدهيدات والكِتِيوَنات، وغيرها من المركبات الناتجة عن أكسدة المركبات الهيدروكاربونية، ومما يحدث معه التسمم والقتل للأسماك، وغيرها من الكائنات البحرية.

وتشمل طرق التخلص من التلوث البحري بالبترول الآتي:

١- الحرق لطبقة الخام أو المنتج البترولي، وقد يكون ذلك متعذرًا أحيانًا إذا ما كانت درجة الحرارة منخفضة. ومن الصعب اشتعال التلوث الحادث، كما أن هذه الطريقة ملوثة للبيئة والهواء وتسبب أضرارًا للكائنات البحرية.

٢- تكوين المستحلبات باستخدام العوامل النشطة للسطوح (المنظفات الصناعية) حيث يمكن أن تكون مستحلبات ذات ثبات، مما يساعد على اختفاء المساحات الواسعة من التلوث، لكن قد يتطلب ذلك استخدام كميات كبيرة من المنظفات؛ مما يرفع التكلفة إلى جانب التأثير على الكائنات البحرية الموجودة في منطقة الحادث أو المناطق المجاورة.

٣- استعمال الحواجز البحرية لمحاصرة التلوث البترولي، ومما يساعد على زيادة سمك طبقة التلوث والإقلال من مساحاته، كما يساعد على الاستحلاب أو الترسب إلى القاع.

٤- إغراق الخام أو المنتج البترولي في الماء بالقذف ببعض الرمال أو المساحيق الخاصة، ومما يرفع من الكثافة ويؤدي إلى الغمر والرسوب، وكلما زادت قدرة هذه المواد على الالتصاق بالمشتق البترولي، كلما أمكن استخدام كميات قليلة منها.

وغني عن الذكر أن التلوث في البحار المغلقة أكثر ضررًا ووضوحًا، وأصعب في المعالجة مثل البحرين الأبيض والأحمر.

٣-١٩ جودة الماء وصحة الأفراد:

مع السعي إلى تحقيق أساسيات صحة الأفراد، فقد كان هناك اهتمام كبير لتحقيق جودة ونظافة وأمان مياه الشرب المستخدمة، خاصة مع ما حدث في بعض البلدان، مثال المملكة المتحدة في عام ١٩٣٧، وذلك ما دفع منظمة الصحة العالمية إلى إصدار ما عرف بمسمى «الخطوط الإرشادية لجودة ماء الشرب»، وكان ذلك في أوائل عقد التسعينات من القرن العشرين، "Guidelines for Drinking Water Quality" early 1990s

وفيما يلي عرض لأهم ملوثات ماء الشرب:

أ - الرصاص:

تركيز الرصاص في الماء غير المعالج قليل، ولكن ما يرفع نسبة الرصاص في ماء الشرب راجع إلى المستخدم من أنواع مواسير الرصاص في السباكة داخل المنازل، خاصة مواسير سخانات الماء؛ حيث تزداد نسبة التلوث بالرصاص مع طول فترة ملامسة الماء لهذه المواسير، ومما يعني أن تكون نسبة الرصاص أعلى نسبيًا في الصباح الباكر عند بدء الاستخدام؛ إذ تصل إلى ما يزيد عن ١٠٠ مليجرام/ لتر ماء، بينما تحدد وكالة حماية البيئة (EPA) حدًّا أقصى مقداره ٥٠ مليجرام/ لتر. لكن حتى عند التعرض بنسبة صغيرة للغاية، إنما تزيد من تركيز الرصاص في الدم، ومما يؤدي إلى التأثير على صحة الأفراد، خاصة الأطفال؛ لذلك ينصح بأن لا يزيد محتوى الماء المستخدم مع الأطفال من التلوث بالرصاص عن ٢٥ مليجرام/ لتر. وتوضح الخبرة المستقاة من معالجة الماء الملوث بالرصاص إلى إمكانة تحقيق بعض الخفض في التركيز باستخدام الطرق التالية:

- تغيير مصدر الماء وخلو مواسير السباكة الحاملة للماء من الرصاص، وذلك قد يكون حلاً مكلفًا ماديًا.
- رفع درجة تركيز ايون الهيدروجين (pH) إلى حدود ٨-٨.٥، وأحيانا إضافة مركب الفوسفات (اورثو) لإحكام المعالجة، ولكن رغم فاعلية هذا، إنما لا يؤكد أن تركيز الرصاص ينخفض عن ٥٠ مليجرام/ لتر.
- التأكد من غسيل مواسير السباكة، ورفع كميات كبيرة من الماء قبل الاستخدام.

ب - مركب النيترات:

يزداد تركيز النيترات في ماء الشرب، مع الاتساع في استخدام الأسمدة النيتروجينية، منذ عقد الستينيات من القرن العشرين؛ حيث صاحب ذلك التغير في

استخدامات الأراضي، وكذلك مع وصول ماء الصرف الصحي إلى الأنهار. فقد وصل إلى أن تكون النيترات (ف ا٫) في ماء الشرب بحدود ٥٠ مليجرام/ لتر، ومن الممكن إذا لم يستخدمها الأطفال أن يزيد التركيز إلى ١٠٠ مليجرام/ لتر، وتزداد الخطورة مع الأطفال إذا ما قامت البكتريا الموجودة في الجهاز العصبي والمعدة بتحويل النيترات إلى نيتريت (ن أ٫)، وتزداد المشكلة مع استخدام الآبار كمصدر للمياه، لما قد تحتوي عليه من بكتريا، ومع اختزال النيترات إلى نيتريت؛ فمن الممكن أن تكون ثنائي الأمين ومركبات النيتروزو والمسبب الخطير للإصابة بالسرطان؛ خاصة في الأمعاء والمجاري البولية، وكما وضحت ذلك بجلاء التجارب التي أجريت على الحيوانات في المعامل الاختبارية، وتؤكد منظمة الصحة العالمية على الأهمية القصوى لخفض نسبة النيترات في ماء الشرب، مع ربط ذلك بالتغير في قواعد الزراعة، وإيجاد مناطق حماية لماء الشرب، مع العمل على خفض أو فصل النيترات عنه، باستخدام طرق التبادل الأيوني أو الفصل البيولوجي للنيترات.

جـ - إصابات الأوعية الدموية:

من الثابت أن ارتفاع نسبة الأملاح في الماء وتحولها إلى ماء عسر، يؤدي إلى خفض نسبة النيترات في الماء، وبالتالي أوضحت النتائج أن ذلك يؤدي إلى انخفاض معدلات الوفاة بسبب إصابات الأوعية الدموية للقلب، وحتى في وجود المؤثرات البيئية أو العوامل الاقتصادية والاجتماعية في الحسبان، وطبقًا لما أجرى من دراسات إحصائية في إنجلترا على حوالي ٢٥٣ مدينة، ذات معدل سكان في كل منها بحدود ٥٠ ألف مواطن.

د - الملوثات العضوية الدقيقة:

من اللازم متابعة معدلات التلوث للماء، خاصة ماء الشرب بالمركبات العضوية الدقيقة، ومن حيث مرات التعرض، وتركيز التلوث، مع الربط بما يحدث من إصابة بالسرطانات أو الوفيات أو إضعاف لجهاز المناعة الطبيعي، وبما يعني إحداث الإصابة بالسمية بدرجاتها المختلفة، وكان من أخطر هذه المركبات: البنزين العطري، مركب كلوريد الكاربون، الكالوروفورم، الديوكسان، سداسي كلوروأيثان، رابع كلوروالاثيلين، ثلاثي كلوروالفينول، وكثير غيرها.

وإعادة استخدام الماء السابق الاستخدام، سواء من الصرف الصحي أو الصناعي، تحمل عديدًا من المخاطر والإصابة بالأمراض، وكل ذلك في احتياج ماس

إلى المتابعة والقياس على عديد من المصادر والأفراد، والعمل على إيجاد العلاقات، على أساس صحيح وواضح ومؤكد.

هـ - التعقيم والمركبات العضوية:

من الثابت أن التعقيم باستخدام الكلور يؤدي إلى تكون عديد من المركبات نتيجة للتفاعل مع المكونات العضوية لتصنع أنواعًا من المركبات الخطرة، وخاصة عند تكون مركب ثلاثي هالوجينيات الميثان (Trichloromethane)؛ لذلك يفضل منع استخدام الكلور وإبداله بأنواع المعقمات الأخرى مثال مركب ثنائي أوكسيد الكلين، أو الأوزون، ولكن التوسع في ذلك يلزم دراسته للتأكد من عدم حدوث تكون مركبات ثانوية أخرى أو ضارة.

و - التلوث في نظم التوزيع:

مع دهان مواسير التوزيع بأنواع من المركبات العضوية، مثال القطران الناتج من الفحم (Cool Tar)، فإن ذلك على جانب كبير من الخطورة نظرا لما يحتوي عليه القطران من المركبات العطرية متعددة الحلقات (Polycyclic Aromatics)؛ إذ إن هذه المركبات سامة وخطرة، وعند استخدام مواسير البلاستك من البولي ايثلين، فإن ذلك قد يتسبب في بعض الأخطار الناتجة عما يحتوي عليه البولي ايثلين من مركبات: منع الأكسدة أو المركبات العطرية (بنزول، توليول، ثلاثي كلورو الايثيلين، الكلوروبنزين،...إلخ)، فإن ذلك يعطي الاحتمال لتلوث الماء بهذه المركبات السامة.

ويكون تلوث التربة بهذه المركبات في احتياج أيضًا إلى المزيد سن الدراسة، مع ما يحدثه من تغيرات في خواص التربة ودرجة أمانها.

ز - استخدام الألمونيوم مع الماء:

من الثابت أن استخدام مواسير الألمونيوم وتلوث الماء بالألمونيوم، حتى ولو بتركيزات منخفضة، فإن ذلك يساعد على حدوث مرض الزهيمر وعدم التذكر.

كذلك يلزم العمل على خفض نسبة الملوثات والعمل على فصلها تمامًا من الماء مثال مركب الاسبتوس، أملاح الصوديوم، مركب الفلوريد، فإن جميعها على جانب خطير لصحة الأفراد.

٣-٢٠ مواجهة تلوث الماء:

يلزم لمواجهة تلوث الماء، العمل على تحقيق الآتي:

١- إيصال المياه النقية والصالحة للشرب والمطابقة للمواصفات القياسية العالمية، والخالية تمامًا من أنواع الملوثات، سواء الكيميائية أو البيولوجية أو الفزيائية، إلى جميع المدن والقرى والنجوع والكفور وغيرها من الأماكن والمواقع.

٢- الاهتمام بمعالجة مياه الصرف الصحي، وما بها من المخلفات والإفرازات البشرية، قبل صرفها إلى المسطحات المائية، مع الاستفادة بها بعد المعالجة لري المسطحات الخضراء والمناطق المشجرة.

٣- التأكيد على معالجة مياه الصرف الصناعي؛ لأن تحتوي فقط على الحد الأدنى من الملوثات، مع الإقلال قدر الإمكان من التلوث بالمعادن الثقيلة أو الكيماويات غير القابلة أو الصعبة التحلل لخطورتها.

٤- السعي إلى إصدار القوانين والتشريعات اللازمة لحماية الماء من التلوث، مع المراقبة والتأكد من تنفيذها، ومن أن مياه الصرف الزراعي والصناعي ملتزمة بتحقيق المواصفات القياسية المتفق عليها عالميًّا.

٥- التأكد من عدم إلقاء السفن والبواخر والصنادل وغيرها، من أي مخلفات تتسبب في تلوث المياه بالمجاري المائية المختلفة، وكذلك الأمر بالنسبة للمنشآت، سواء السياحية أو الإدارية، والتي تكون على شواطئ وحواف المجاري المائية، وقد يكون من الأسهل الصرف الصحي أو الصناعي فيها مباشرة.

٦- التوسع في استخدام المصادر النظيفة والجديدة للطاقة، مثال: الينابيع الساخنة، حركة المد والجزر، والأمواج البحرية، وذلك بدلا من حرق المنتجات البترولية أو الفحم وغيرها من مصادر الطاقة غير المتجددة والمصدرة للملوثات.



٤- تلوث الهواء

الكرة الأرضية على عكس سائر الكواكب الأخرى، محاطة بغلاف جوي يتكـون من الهواء بالنسب المئوية التالية بالوزن من الغازات المكونة له:

نيتروجين	٧٨،٠٩
أوكسجين	٢٠،٩٥
ارجون	٠،٩٣
كوبيتون	٠،٠٠٠١
هيدروجين	٠،٠٠٠٠١
هليوم	٠،٠٠٠٠٥٢
نيون	٠،٠٠٠١٨
بخار ماء (على الأكثر)	٤
ثاني أوكسيد كربون	٠،٠٣
أوزون	٠،٠٠٠٠٠١
إجمالي	١٠٠،٠٠٢.٠٠٣

والهواء بهذا التركيب حيوي جدًا لجميع الكائنات، فإن النباتات تحتاج إلى كل من ثاني أوكسيد الكربون والنيتروجين لصنع غذائها ونموها، حيث إن الأوكسجين لازم لكل الكائنات الحية لأداء وظائفها الحيوية.

يحتاج الإنسان في الشهيق إلى نصف لتر هواء، وبتكرار التنفس لعدد ٢٢٠٠٠ مرة في اليوم، وذلك في الحالة العادية بينما تزيد مرات التنفس مع الحركة والمجهود، وإجمالا يصل الهواء إلى حوالي ١٥٠٠٠ لتر هواء يوميـا، ومـا يـساوي ١٦ كيلـوجرام يوميًـا، وهذه الكمية تزيد عما يستهلكه الفرد من الماء والغذاء يوميًا.

أهمية الغلاف الجوي:

- شرط لوجود الحياة على الأرض.
- يتسبب في حدوث الرياح، الأمطار، السحب.

- يؤثر في ثبات درجة الحرارة اليومية على الأرض، ولولاه لانخفضت درجة الحرارة على الأرض إلى -١٠°م نهارًا -١٤٨° م ليلاً، حيث يقوم بحبس حرارة الشمس الداخلة إلى الأرض.
- يتكون الغلاف الغازي حول الأرض بالوزن من نيتروجين ٧٥٪، أوكسجين ٢٣٪، ثاني أوكسيد الكربون ٠،٠٤٪، الأرجون ١،٣٪ وبالحجم نيتروجين ٧٨،٩٪، الأوكسجين ٢٠،٩٥٪، ثاني أوكسيد الكربون ٠،٠٣٪، ويستهلك الإنسان يوميًا ١٥٠٠ لتر هواء.

والأوكسجين لا لون له أو طعم أو رائحة، ويذوب بنسبة قليلة في الماء، وهذا هو المصدر لتنفس الحيوانات المائية، ويرجح أنه ناتج من تحلل أبخرة الماء بواسطة الأشعة فوق البنفسجية في طبقات الجو العليا، ومن أكثر العناصر وجودًا على الأرض، وتبلغ نسبته ٤٩.٥٪ من وزن القشرة الأرضية، ونسبة ٨٨٪ من وزن الماء، ولازم للمحافظة على الحياة واستمرارها.

يعتبر الهواء ملوثًا إذا حدث تغير ملحوظ في نسب تركيبه أو إذا اختلط بالشوائب والملوثات، التي تدخل إلى جسم الإنسان عن طريق جهازه التنفسي، وصولاً إلى الدم مباشرة، كما تنفذ من الجلد مباشرة إلى الدم أيضا، أو عن طريق الجهاز الهضمي مع الأغذية والمشروبات، إذا كانت ملوثة.

وأهم ملوثات الهواء، الآتي:

- أكاسيد الكبريت (SO_x).
- أكاسيد النيتروجين (NO_x).
- أول أوكسيد الكربون (CO).
- المركبات العضوية المتطايرة (VOC).
- الجزئيات الدقيقة العالقة (SPM).

وإضافة إليها يحتمل أن يصل إلى الهواء أيضا:

- الأتربة والشوائب والعواصف وانبعاثات البراكين.
- مركبات الكلوروفلوروكاربون (CFC).
- الأمطار الحامضية.

بالإضافة إلى ما ينتج عن عمليات التنفس، من ثاني أوكسيد الكربون (CO_2)، وكذلك ما ينتج من حرق أنواع الوقود، ومع التزايد في استخدامات الوقود، فإن نسبة غاز ثاني أوكسيد الكربون في الهواء الجوي تزايدت عن السنوات الأخيرة؛ ذلك أن واحد جرام من الوقود أو المواد العضوية المحتوية على الكاربون تعطي عند احتراقها بالكامل ثاني أوكسيد كربون بكمية حوالي من ١٠٥ إلى ٣ جرامات، ومع ما يتم حرقه من أنواع الوقود فتقدر أن حوالي ٢٠ مليار طن من (CO_2) ينبعث سنويًا إلى الهواء، وبحيث زادت الكمية من ٢٦٠ جزءًا في المليون في القرن ١٨ إلى ٣٤٥ جزءًا في المليون في نهاية القرن العشرين، وستكون ٥٢٠ جزءًا في المليون عام ٢٠٢٠.

وتقوم جميع النباتات البرية والبحرية بامتصاص جزء كبير من ثاني أوكسيد الكربون المنطلق في الهواء لاستخدامه في نموها، وتكوين ما تحتاجه من غذاء (المواد العضوية)، مما يخفض من نسبته خلال فصل الربيع مع نمو النباتات، وتزداد في الشتاء عندما تنخفض بما يتم القيام به من عمليات التمثيل الضوئي للنباتات، كما أن قطع الغابات في بعض البلدان (البرازيل) يساعد على زيادة نسبته.

وذوبان ثاني أوكسيد الكربون في الماء يكون حمض الكربونيك، وهو حمض ضعيف، وإن كان يتفاعل مع بعض المكونات القلوية للتربة مكونا مركبات تشمل بيكربونات الكالسيوم، وكربونات الكالسيوم.

ويقوم ثاني أوكسيد الكربون بامتصاص الأشعة الحرارية المنعكسة من الأرض مع الاحتفاظ بها؛ مما يتسبب في حدوث الاحتباس الحراري، والذي إذا ما استمر في الزيادة سيؤدي إلى انصهار أجزاء من الثلج، الذي يغطي القطبين الشمالي والجنوبي، وكذلك الموجود على قمم الجبال، مما سيؤدي إلى ارتفاع مستوى سطح الماء في البحار والمحيطات بحوالي ٢٠ سم عام ٢٠٣٠، وإلى غرق عديد من المدن الساحلية والشواطئ الموجودة على البحار والمحيطات، كما سيؤدي ذلك إلى تلوث للمياه الجوفية، وإلى زيادة الملوحة في التربة الزراعية، مما يفقدها الصلاحية للاستنبات، كما يتوقع اختلال في سقوط الأمطار، وكذلك التأثير على الثروة السمكية مع غمر الشواطئ؛ مما يعني التدمير الواسع مع الزيادة في ثاني أوكسيد الكربون، وما يحدثه من إخلال بالتوازن الطبيعي للبيئة فوق سطح الأرض.

أما التلوث بأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، فإنها عند ذوبانها في ماء السحاب، فتحوله إلى مياه حامضية تحتوي على أحماض الكبرتيك والنيتريك، ومما

تتسبب في سقوطها كأمطار حامضية، يتسبب في تآكل المباني والأسوار والمعادن وخلافه مما يوجد على سطح الأرض ، كما سبق التوضيح، إضافة إلى أن أكاسيد النيتروجين عندما تصل إلى غاز الأوزون في طبقات الجو العليا، والتي تحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية، فإنها تحدث أضرارًا كبيرة وتؤدي على تفكك الأوزون، وبالتالي زيادة ما يصل إلى الأرض من أنواع الأشعة المرئية وغير المرئية (UV&IR).

أما أول أوكسيد الكربون فإنه ينتج عن عدم الأكسدة الكاملة للوقود في المحركات، ورغم أن نسبته منخفضة إلا أنه يتصف بالسمية الشديدة، ويعتبر من أخطر أنواع الغازات على صحة الإنسان؛ إذ يكون مع الدم مركبًا صلبًا (حدوث تجلط للدم)، بذلك يقلل من كفاءة الدم على نقل وامتصاص الأوكسجين، وإذا ما زادت كميته قليلا فإنه يتسبب في انسداد الأوعية الدموية، وربما في حدوث الوفاة للأفراد. كما يقلل من كفاءة عمل الإنزيمات وجميعها خسائر صحية قاتلة.

كما أن المركبات العضوية المتطايرة تشمل الكثير من المركبات السريعة التطاير، ولكنها التي قد تكون متحدة مع بعض أنواع المعادن من الفلزات، مثال: النحاس، الزئبق، الزنك، الكادميوم...إلخ، والتي تتصاعد على نحو مستمر من المداخن، والمركبات العضوية، بذلك شديدة السمية للأفراد والكائنات الحية المختلفة، ومن السهل وصولها إلى الأفراد مع التنفس أو إلى الخضروات؛ خاصة المزروعة على حواف الطرق السريعة، نتيجة عوادم السيارات، وتؤثر بصفة خاصة على صغار الأطفال مسببة أمراض التخلف الذهني والغباء والعته، مع التشوهات الجسدية، من كبر حجم الرأس، وبروز العينين، وخلافه، وعند وصولها على داخل جسم الأفراد تتراكم داخل الكبد والكلى والعظام والمخ.

وتحتوي الغازات المنبعثة من المداخن على كثير من الشوائب العالقة والأبخرة والجزئيات الدقيقة أو أحيانا على الأبخرة المحتوية على مركبات الزرنيخ، الفسفور، الكبريت، السلينيوم، الزئبق، الرصاص، الكادميوم وخلافه، حيث تبقى معلقة في الهواء على هيئة أيروسولات أو ضباب خفيف.

تاثيرات الأشعة فوق البنفسجية:

تتراوح طول موجات الأشعة فوق البنفسجية، مع ما تحدثه من تأثيرات صحية على النحو التالي:

- طول ٢٠٠ – ٢٨٠ نانومتر: قاتلة وتحدث أورامًا سرطانية، ويقوم الأوزون بحجبها ومنع وصولها إلى الأرض.

- طول ٢٨٠ - ٣٢٠ نانومتر: ضارة ويمتص الأوزون جزءًا كبيرًا منها.
- طول ٣٢٠ – ٤٠٠ نانومتر: غير ضارة نسبيا، ولا يمتص الأوزون منها إلا جزء ضئيل.

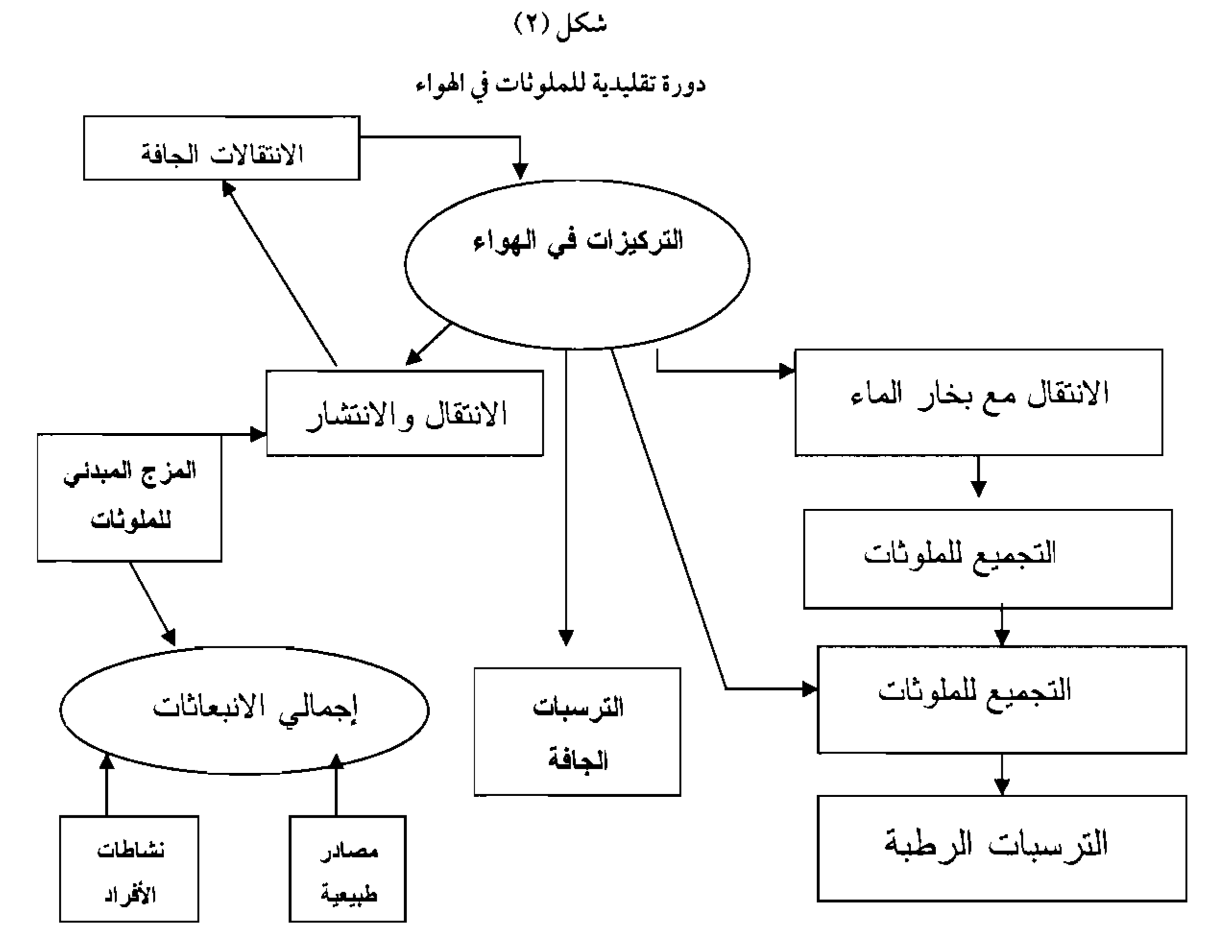
٤-١ صور وأحجام أهم ملوثات الهواء

يلزم أولا تحديد حالة ملوثات الهواء؛ إذ إنها توجد إما على هيئة غازات أو على هيئة جزئيات دقيقة، وتشمل الغازات أكاسيد الكبريت والنيتروجين إضافة إلى الأوزون. وغالبا ما تكون بتركيزات على نحو كتلة من وحدة الحجم (مليجرام/ م٣)، أو كنسبة من الحجم على صورة جزء في المليون (ج ف م ١٠ ^-٦^)، أو جزء في البليون (ج ف ب ١٠ ^-٩^)، أما الجزئيات الدقيقة، فإن خواصها تختلف على نحو كبير، حيث إنها تشمل المركبات العضوية وغير العضوية، وبأقطار تتراوح من أكبر من ٠.١ ميكروميتر إلى اقل من ١٠٠ ميكروميتر، وحيث إن جزئيات الأيروسولات الدقيقة سريعا ما تكبر باتحادها مكونة جزئيات كبيرة، ولذا سرعان ما تتساقط بتأثير الجاذبية الأرضية، وحيث يكون الجزء الأكبر منها ذو جحم من ٠،١ إلى ١٠ ميكروميتر، والجزئيات الأكبر من ٢ ميكروميتر غالبًا ما تتكون بنمو الجزئيات الصغيرة جدًّا، والتي تنبعث في عمليات التكثيف، بينما تنشأ الجزئيات الأكبر منها مع عمليات التحلل الميكانيكي، وأغلب جزئيات الأيروسول الأقل في الحجم عن ٢ ميكروميتر فإنها غالبًا من نشاطات الأفراد، مثال انبعاثات الرصاص من المصادر المختلفة، وكبريتات الأمونيا، ومن أكسدة ثاني أوكسيد الكبريت في الجو، بينما الأكبر من ٢ ميكروميتر غالبا ما تكون من المصادر الطبيعية، مثال ما تحمله الرياح من جزئيات التربة أو الانبعاثات البحرية للأملاح، وذلك بالطبع ليس تحديدًا أو فصلاً محددًا؛ إذ يختلف حسب الظروف البيئية والجوية وحركة الرياح ودرجات الحرارة وغيرها من المؤثرات.

٤-٢ دورات الملوثات: تنبعث الملوثات أو لا من مصادرها، كما أنها تخرج من الجو بالترسيبات الجافة أو الرطبة، ويمثل الشكل (٢) دورة تقليدية للملوثات.

شكل (٢)

دورة تقليدية للملوثات في الهواء



وأغلب الملوثات إما أن تنتج من نشاطات الأفراد أو من المصادر الطبيعية، ورغم محدودية هذه المصادر الطبيعية عند تساقط الملوثات سواء طبقًا لكونها جافة أو رطبة. وتتضمن الترسبات الجافة الانتقال والإزالة للغازات والجزيئات، سواء إلى سطح الأرض أو البحار والمحيطات، ودون أن تتداخل مع الأمطار أو الثلج، وبالنسبة للغازات التي يتم إزالتها عند السطح، فإن الترسبات الجافة تحدث بتأثيرات التناقص في التركيزات التي يتسبب فيها ما يقابلها من أسطح، ويعمل هذا الميكانيزم للجزئيات الدقيقة في توزان مع ما تحدثه الجاذبية الأرضية للجزئيات الكبيرة. ويمكن التمثيل للترسبات الجافة بما يعرف بسرعة الترسيب (ف)، وطبقًا للمعادلة التالية:

$$\text{ف (متر/ ثانية)} = \frac{\text{سرعة السريان (ميكروجرام/ متر مربع/ ثانية)}}{\text{التركيز في الجو (ميكروجرام/ متر مكعب)}}$$

ويشتمل الجدول (٣) على بعض القيم لسرعة الترسيب، حيث كانت الغازات مثال ثاني أوكسيد الكبريت لها قيم مرتفعة، والترسبات الجافة لها تأثيرات محددة على التركيزات عندما تكون قريبة من السطح، ولكن ربما يكون لها تأثير واضح عند المستويات المحيطة للمسافات الكبيرة لاتجاهات الرياح.

جدول (٣)

بعض التقييم لسرعة الترسيب

الملوث	السطح	سرعة الترسيب (سم/ ثانية)
ثاني أوكسيد الكبريت	حشائش	١٫٠
ثاني أوكسيد الكبريت	المحيط	٠٫٥
ثاني أوكسيد الكبريت	التربة	٠٫٧
ثاني أوكسيد الكبريت	الغابة	٢٫٠
الأوزون	حشائش جافة	٠٫٥
الأوزون	حشائش رطبة	٠٫٢
الأوزون	ثلج	٠٫١
حامض نيتريك	حشائش	٢٫٠
أول أوكسيد الكربون	تربة	٠٫٠٠٥
ايروسولات (أصغر من ٢.٥ ميكروميلي)	حشائش	٠٫١٥

وتشتمل الترسبات الجافة على ما يتم من عمليات التجميع (الكنس) للملوثات، ثم ترسيبها مع الأمطار أو الثلوج أو الشبورة والضباب، وحيث يتم إيجاده من تساقط الامطار، والتي تصف ما يحدث من تجميع في طبقات السحب، أو ما يتم من غسيل حيث يعبر كلاهما عما يعرف بنسبة التجميع (و) والتي غالبًا ما يطلق عليها بطريق الخطأ عامل المسح.

$$\text{ف (متر/ ثانية)} = \frac{\text{التركيز في ماء المطر (مليجرام/ كيلوجرام)}}{\text{التركيز في الهواء (ملي جرام/ كيلوجرام)}}$$

يشتمل الجدول (٤) على عدد من النتائج لعامل المسح، حيث إن القيم المرتفعة تصف المسح بفاعلية، وربما كنتيجة من الاختلاط العمودي الحادث في طبقات السحب؛ حيث يكون ذلك المسح في أعلى فاعلية.

جدول (٤)

النتائج لعامل المسح (نسبة التجميع)

الشريحة	و
ايون الكلورين	٦٠٠
ايون الكبريتات	٧٠٠
الصوديوم	٥٦٠
البوتاسيوم	٦٢٠
المنجنيز	٨٥٠
الكالسيوم	١٨٩٠
الكادميوم	٣٩٠
الرصاص	٣٢٠
الزنك	٨٧٠

وهناك عمليات مرتبطة بذلك الترسيب، والتي يطلق عليها الترسيب المخفي (غير المنظور)، والذي يحدث عندما تترسب الملوثات مع ماء الضباب على الأسطح المختلفة. وتركيزات الملوثات في ماء الضباب غالبًا أكبر من تلك الموجودة في ماء المطر، وحيث إن هذه العملية ربما تكون مشاهدة، رغم محدودية الأحجام في الماء المتساقط.

وهناك عملية أخرى للترسب تشتمل على التحول الكيميائي، من واحد من الملوثات إلى نوع آخر، والتي يطلق عليها الانتقالات الجافة؛ ذلك أن ما يحدث من أكسدة في الجو لتكوين حامض الكبريتيك إنما هو ناتج من ترسبات ثاني أوكسيد الكبريت، ولعديد من الملوثات فإن أغلب الترسبات إنما تنشأ من التعامل مع شق الهيدروكسيد (يد ا)، وكيميائيًا فمنذ انبعاث الملوثات على نحو مستمر في الجو ثم ما يعقبه من إزالة لها، فإنه يكون لها فترة بقاء، وعلى النحو الوارد بالجدول (٥).

جدول (٥)

التركيبات المختلفة وفترة البقاء المصاحبة لها

الغاز	متوسط التركيزات (ج ف م)	فترة البقاء
نتروجين	٧٨٠٨٤٠	٦١٠ عام
أوكسجين	٢٠٩٤٦	٥٠٠٠ عام
ثاني أوكسيد الكربون	٣٣٢	١٥ عام
أول أوكسيد الكربون	٠,١	٦٥ يوم
الميثان	١,٦٥	٧ أعوام
الهيدروجين	٠,٥٨	١٠ أعوام
الأوزون	٠,١ — ٠,١	١٠٠ يوم
أكاسيد النيتروجين	$١٠^{-٢}$ — $١٠^{-٦}$	يوم واحد
أمونيا	$١٠^{-٣}$ — $١٠^{-٤}$	٥ أيام
ثاني أوكسيد الكبريت	$١٠^{-٤}$ — $١٠^{-٥}$	١٠ أيام
حامض النيتريك	$١٠^{-٣}$ — $١٠^{-٥}$	يوم واحد
ثاني أوكسيد النيتروجين	٠,٣٣	٢٠ عام

٤-٣ ملوثات محددة للهواء:

٤-٣-١ ثاني أوكسيد الكبريت:

أهم مصادر ثاني أوكسيد الكبريت الملوثة للهواء تنتج عن احتراق أنواع الوقود الأحفوري المحتوية على الكبريت؛ خاصة من أنواع الفحم أو وقود الأفران، ذلك أن الجازولين والسولار والغاز الطبيعي تحتوي على نسب منخفضة من الكبريت. ويشتمل الجدول (٦) على أهم مصادر الانبعاثات لهذا الغاز، سواء من حيث المستخدم كوقود أو لنوع الوقود المستخدم، مع تغير لعديد من المستهلكين إلى استخدام الغاز الطبيعي، والاتجاهات في التركيزات للمدن من ثاني أوكسيد الكبريت وللأدخنة قد اشتمل عليها الجدول (٧).

جدول (٦)

الانبعاثات من ثاني أوكسيد الكبريت الناتجة عن احتراق الوقود، طبقًا لنوع الوقود

الاستخدام للوقود	عام ١٩٨٦ (مليون طن)	عام ٢٠٠٠ (مليون طن)	النسبة إلى الإجمالي٪	
			١٩٨٦	٢٠٠٠
الاستخدام المدني	٠,٢	٠,٣	٥	٧,٧
الخدمة العامة	٠,١٣	٠,١٤	٤	٣,٦
محطات الكهرباء	٢,٦	٢,٦	٧٠	٦٧,٤
معامل التكرير	٠,١٧	٠,١٧	٤	٤,٤
الزراعة	٠,٠١	٠,٠١	--	--
الصناعات الأخرى	٠,٥٧	٠,٥٧	١٥	١٤,٧
السكة الحديد	--	--	--	--
النقل البرى	٠,٠٥	٠,٠٦	١	١,٥
الإجمالى	٣,٧٤	٣,٨٦	١٠٠	١٠٠

الانبعاثات طبقًا لنوع الوقود

	٢٠٠٠/١٩٨٦	٪
• الفحم	٢,٨٢	٪٧٥
• وقود صلب غير مدخن	٠,٠٩	٪٢
• البترول		
○ سوائل محركات	٠,٠٢	--
○ الجازولين	٠,٠٣	٪١
○ الغاز الطبيعي	٠,٠٥	٪١
○ زيت الغاز	٠,١٧	٪٤
○ زيت الوقود	٠,٥٦	٪١٥
○ الإجمالي	٣,٧٤	٪١٠٠

جدول (٧)

تركيز ثاني أوكسيد الكبريت والأدخنة في المدن ؛
حيث يتم جمعها من الترسبات على أوراق الترشيح

الفترة	معامل تركيز (SO2) عام ١٩٩١/ ١٩٩٢=١٠٠ (٥٠مليجرام/ م³)	معامل تركيز الأدخنة عام ١٩٩١/ ١٩٩٢=١٠٠ (٢٣مليجرام/ م³)
١٩٨٧/١٩٨٦	١٣٥	١٤٠
١٩٨٨/١٩٨٧	١٣٥	١٤٥
١٩٨٩/١٩٨٨	١١٨	١١٣
١٩٩٠/١٩٨٩	١٢٦	١١٣
١٩٩١/١٩٩٠	١١٤	١٠٩
١٩٩٢/١٩٩١	٩٦	٣٣
١٩٩٣/١٩٩٢	١٠٠	١٠٠
١٩٩٤/١٩٩٣	٨١	٧٤
١٩٩٥/١٩٩٤	٧٩	٧٨
١٩٩٦/١٩٩٥	٧٣	٦٧

ومع ما حدث من انخفاض في الانبعاثات (إنجلترا) وبنسبة تصل على ٢٥٪، كما تلعب المداخن تأثيرًا في انبعاث هذه الملوثات، حيث تكون المداخن الأطول والأكثر ارتفاعًا ذات تأثير أكبر على تشتيت الملوثات على مساحات أكبر مما تصنعه المداخن القصيرة، ومما يعني أن المداخن الأطول ذات تأثير أكبر في توزيع وتشتيت الملوثات ونقلها إلى أماكن أخرى، والذي يحدث خلال هذه الانتقالات فإن أكاسيد الكبريت والنيتروجين تحدث لها عمليات أكسدة وذوبان؛ لتتحول إلى أحماض الكبريتيك والنتريك، وبذلك فإنها تصنع المطر الحامضي وعلى مسافات بعيدة وطبقًا لاتجاهات الرياح. والتي تتسبب في القضاء على الأسماك والحيوانات البحرية، مع ارتفاع حموضة المياه، وكذلك إلى إتلاف المزروعات والتربة.

وتشتمل التأثيرات المتعددة لثاني أوكسيد الكبريت أيضًا على تدمير الجهاز التنفسي للأفراد؛ خاصة إذا ما تم التعرض للجزئيات الدقيقة، كما حدث في مدينة لندن مع انبعاث الضباب المدخن (Smog) في عقد الخمسينيات، وكذلك تتأثر النباتات؛ خاصة مع ارتفاع التركيز لمركب (SO_2).

وتضع وكالة حماية البيئة في أمريكا حدًّا أقصى لمركب (SO_2) بمقدار ٨٠ مليجرام/ متر مكعب هواء كمتوسط سنوي، وكذلك ٣٦٥ مليجرام/ متر مكعب هواء لمدة ٢٤ ساعة فقط.

ويتم قياس (SO_2) بعدة طرق تشمل:

- الامتصاص في ثاني أوكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، والحامض الناتج يتم حسابه بالمعايرة مع قلوي، وباستخدام القياسات للاتصالات الكهربائية، وتحتاج تلك الطريقة إلى ٢٤ ساعة لإكمالها.
- التعامل مع صوديوم أو بوتاسيوم رابع كلور الزئبق، حيث يتكون ثاني كبريتيد الزئبق، والذي يتم حسابه بالتقطير بعد إضافة مركب أنيلين ميثيل حامض السلفونيك، ومما يقلل من تأثيرات أي مواد أخرى مثال الأمونيا، والتي تكون منبعثة على نحو طبيعي.
- استخدام اللهب الفوتومتري، وهذه طريقة دقيقة حتى تركيز ٠،٠٥ جزء في البليون، وخلال ٢٥ ثانية.
- الانبعاث الفلوريني للغاز، ويحتاج إلى ٢ دقيقة ولتركيز ٠،٠٥ جزء في البليون.

٤-٣-٢ الجزئيات الدقيقة العالقة:

الكثير من الجزئيات الدقيقة العالقة الملوثة للهواء، تصنعها المنتجات الثانوية من التفاعلات الكيميائية، مثال: تكون مركبات كبريتات الأمونيوم، ونترات الأمونيوم، والناتجة من التفاعلات الحادثة في الجو بين ملوثات الهواء المختلفة، ولا توجد قائمة جاهزة للانبعاثات من هذه الجزئيات الثانوية؛ ذلك أنها تعتمد على الانبعاثات من الغازات الأساسية، وعلى مدى سرعتها في الدخول للتفاعلات الكيميائية التحولية. والمصدر الرئيسي للجزئيات الأساسية الملوثة، التي يصنعها الإنسان هي الناتجة عن احتراق أنواع الوقود الأحفوري، وخاصة الفحم، والاتجاهات في الانبعاثات للأدخنة من احتراق الفحم قد اشتمل عليها الجدول (٨)، ومن مصادره في الصناعة والاستخدامات الخدمية خلال الفترة ١٩٨٠ إلى ٢٠٠٦.

جدول (٨)

انبعاثات الأدخنة من احتراق الفحم من الاستخدامات الخدمية والصناعية والسكك الحديدية (مليون طن)

العام	الاستخدامات الخدمية	الصناعة	السكك الحديدية	جميع المصادر
١٩٨٠	١،٢١	٠،٣٥	٠،١٩	١،٧٥
١٩٨٥	٠،٩٥	٠،١٤	٠،٠٦	١،١٥
١٩٩٠	٠،٦٤	٠،٠٨	--	٠،٧٢
١٩٩٥	٠،٣٥	٠،٠٤	--	٠،٣٩
٢٠٠٠	٠،٢٥	٠،٠٣	--	٠،٢٨
٢٠٠١	٠،٢٤	٠،٠٣	--	٠،٢٧
٢٠٠٢	٠،٢٤	٠،٠٣	--	٠،٢٧
٢٠٠٣	٠،٢٢	٠،٠٣	--	٠،٢٥
٢٠٠٤	٠،١٦	٠،٠٢	--	٠،١٨
٢٠٠٥	٠،٢٣	٠،٠٣	--	٠،٢٦
٢٠٠٦	٠،٢٤	٠،٠٣	--	٠،٢٧

وربما يعزي ذلك الانخفاض في تركيزات الأدخنة المنبعثة إلى عدة أسباب، أولا طرق القياس التي تعتمد على جمع العينات للجزئيات على سطح مرشح، ثم فحصها بدرجة انعكاس الضوء منه؛ لتغيير درجة اكتسابه للون الأسود بتأثير هذه الجزئيات. وباستخدام الجداول القياسية السابق إعدادها فإنه يمكن حساب تركيزات الأدخنة رجوعا على درجة الأسوداد للمرشح. وهذه الجداول القياسية، تم إعدادها في إنجلترا منذ عديد من السنوات الماضية، عندما كان أهم الاستخدامات الفحم كوقود. وبالتالي استخدمت الأدخنة الناشئة عنه في إعداد هذه الجداول. ولكن حاليا فإن هناك مصادر أخرى مهمة للجزئيات، ولما تحدثه من درجات الاسوداد، والتي انخفضت على نحو كبير، وتوضح الأبحاث أن ما يتم قياسه هو عنصر الكاربون وبذلك فإن الحادث من انخفاض كبير من عمليات الاحتراق غير الفعال أو الكامل، وبالتالي الخفض في انبعاثات ذلك الكربون، هو التفسير في انخفاض درجة الاسوداد للأدخنة. وحاليا فإن المصدر الرئيسي لانبعاثات الأدخنة السوداء، هي الناتجة عن الاحتراق الغير كامل لوقود زيت الغاز (السولار) في محركات الديزل، والتي يتزايد استخدامها في محركات النقل الكبيرة، ولا يوجد بعد تعريف عالمي واضح للأدخنة. ورغم أنها تعرف بصفة عامة على أنها الجزئيات الدقيقة جدًّا العالقة، والتي يقل حجمها عن ١٥ ميكرو مي ميتر والناتجة عن الاحتراق غير الكامل لأنواع الوقود، ومما دفع إلى التطوير في أنواع الوقود بحيث أن لا ينتج عنها أدخنة، سواء باستخدام أنواع الوقود الأحفوري أو

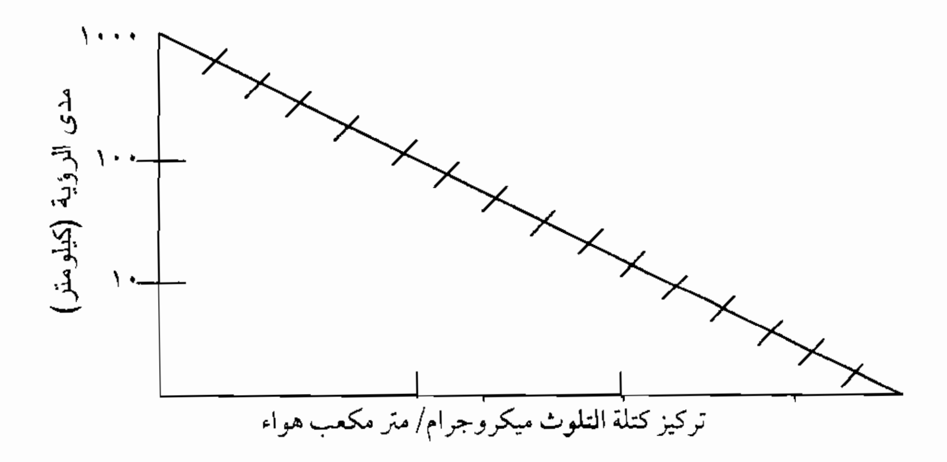
الفحم، وكذلك مع التوسع في استخدامات الغاز الطبيعي، ومما قلل من انبعاثات هذه الأدخنة الملوثة للهواء، وقد شملت هذه التطورات استخدامات أنواع الوقود غير المدخنة في محطات توليد الكهرباء.

كذلك هناك طريقة تعتمد على قياس الزيادة في أوزان المرشحات عقب تعرضها لهذه الأدخنة السوداء، وبالتالي يمكن تقييم درجة الاسوداد للمرشحات اعتمادًا على استخدام الوزن. ولكن نظرا للمشكلات في الحساب لعينات الأدخنة المتكونة من الجزئيات الكبيرة الحجم، فقد تم استخدام الوسائل التي تسمح بإمرار فقط الجزئيات ذات الحجم أقل من ١٠ ميكروميلي متر ، والتي أطلق عليها تعبير PM_{10} (أي الجزئيات الدقيقة أصغر من ١٠ ميكروميتر).

وهناك طريقة أساسية في حساب تلوث الهواء بالجزئيات، يعتمد على حساب الانخفاض في مدى الرؤية مع زيادة درجة التلوث، كما يوضحها الشكل (٣).

شكل (٣)

الانخفاض في مدى الرؤية مع زيادة درجة التلوث



ورجوعا إلى الرقابة على ملوثات الهواء منذ شملت كل من الأدخنة السوداء وثاني أوكسيد الكربون، واستنادًا إلى ما حدث في مدينة لندن عام ١٩٥٢ من بلوغ ذروة تأثيرات هذين الملوثين وأحداثهما لما عرف بالأدخنة الضبابية والتي أدت خلال أربعة أيام فقط إلى وفاة قرابة ٤٠٠٠ (أربعة آلاف فرد) وكانت ناتجة أساسًا من الانبعاثات من احتراق الفحم، ورغم أن الانبعاثات كانت بنسب قليلة وإنما سوء الأحوال الجوية المصاحبة لها، والتي لم تحدث أي تشتيت فعال لها، ومن ذلك نشأت التسمية لتلك الأدخنة الضبابية بالجمع بين مسمى الأدخنة (Smoke) والضبابية

(Fog) ومن ذلك نشأ المسمى Smog (الأدخنة الضبابية)، والذي يحدث الاعتام والنقص في الرؤية الواضحة، وتزداد المشكلة أن وجود الأدخنة مع ثاني أوكسيد الكبريت معًا، فإنهما يزيدان من الفاعلية وإحداث تأثير يزيد بكثير عما يتم من جمع تأثيرهما معا (Synergistice) كل بمفرده. ويعتقد أن ذلك التأثير يحدث من أن جزئيات الأدخنة تعمل على حمل (SO_2) إلى الجزء السفلي من النظام التنفسي لدى الأفراد، والتي لا يمكن الوصول إليها إذا ما كان بمفرده نتيجة للامتصاص الذي تحدثه في جدار الممر التنفسي، وكذلك يتسبب في زيادة معدلات الوفاة بين الأفراد نتيجة لاستنشاق تلك الأدخنة الضبابية. والتي لا يمكن حدوثه بتأثير أي منهما بمفرده (الدخان& SO_2) أو كما يتضح من الجدول (٩) للتلوث الحادث في دول المجموعة الأوروبية.

جدول (٩)

جودة الهواء بتأثيرات الأدخنة وثاني أوكسيد الكبريت

١. الأدخنة:		سنويًا	المتوسط اليومي	٨٠ ميكروجرام/ م^{٣} هواء
		شتاءً	المتوسط اليومي	١٣٠ ميكروجرام/ م^{٣} هواء
		(أكتوبر – ٣١ مارس)		
			أعلى قياس	٢٥٠ ميكروجرام/ م^{٣} هواء
٢. ثاني أوكسيد الكبريت:				
سنويا	تركيز الأدخنة	٤٠ ميكروجرام/ م^{٣}	تركيز SO_2	١٢٠ ميكروجرام/ م^{٣}
		٦٠ ميكروجرام/ م^{٣}	تركيز SO_2	١٨٠ ميكروجرام/ م^{٣}
شتاءا	تركيز الأدخنة	٦٠ ميكروجرام/ م^{٣}	تركيز SO_2	١٣٠ ميكروجرام/ م^{٣}
		١٥٠ ميكروجرام/ م^{٣}	تركيز SO_2	٣٥٠ ميكروجرام/ م٣

أي أن زيادة تركيز الأدخنة تؤثر بالزيادة الكبيرة على تركيز SO_2 والتي أدت إلى الزيادة في إحداث التلوث البيئي وزيادة الوفيات.

٤-٣-٣ التلوث بالمعادن في الجو تقدر نسب آثار المعادن الموجودة في الجو بالتركيزات، المذكورة في الجدول (١٠).

جدول (١٠)

نسب تركيزات آثار المعادن الموجودة في الجو

المعدن	هواء المدن (جرام/ م^3)	هواء الريف (جرام/ م^3)
الزرنيخ	٥-٣٠٠	١-٢٠
الكادميوم	٠,٥-٢٠٠	٠,٥-١٠
النيكل	١-٥٠٠	١-٥٠
الرصاص	١٠-١٠٠٠٠	٥-٥٠٠
الفاناديوم	١٠-١٠٠	٣-٥٠
الزنك	٢٠٠-٢٠٠٠	٠,١-٥
الكوبالت	٠.٢-٢٠	٥-٠,١
الكروميوم	٢-٢٠٠	١-٢٠
النحاس	١٠-١٠٠٠	٢-١٠٠
الحديد	١٠٠-١٠٠٠٠	١٠٠-١٠٠٠٠

وقد ازداد الاهتمام بالتلوث بهذه المعادن؛ نتيجة لما تحدثه من سميات للأفراد، خاصة الرصاص، الكادميوم، والزئبق. واستنادا إلى ما حدث في السابق مع عديد من تجمعات الأفراد، فإن الرصاص قد أحدث التلوث في عديد من البلدان، ومما دفع إلى الحد من انبعاثه كملوث خطير للهواء. وكان أهم المصادر استخدام مركبات الرصاص في صناعات رفع رقم الأوكتان اللجازولين (رابع ميثيل الرصاص ورابع إيثيل الرصاص) $Pb(CH_3)_4$ & $Pb(C_2H_5)_4$؛ إذ مع احتراق الوقود تتحول إلى أكاسيد الرصاص، ينبعث على هيئة ايرسولات ذات جزئيات دقيقة متناهية الصغر، وقد تم في عام ١٩٧٢ تخفيض نسبته في الجازولين إلى ٠,٨٤ جرام/ لتر، ثم إلى ٠,٤ جرام/ لتر في عام ١٩٨١ ثم في عام ١٩٨٦ إلى ٠.١٥ جرام/ لتر، ثم في عقد التسعينيات إلى منع استخدامه تمامًا. وخاصة مع التوسع في استهلاك الجازولين للسيارات الخاصة.

وفي إنجلترا ازدادت كمية الجازولين المستهلكة من ١٦,١٢ مليون طن عام ١٩٧٥ إلى ٢١,٤٧ مليون طن عام ١٩٨٦، انخفضت نسبة الرصاص المضافة إليها من ٧,٤ ألف طن عام ١٩٧٥ إلى ٢,٩ ألف طن عام ١٩٨٦، وعند وصول الرصاص إلى داخل جسم الفرد خاصة يتجه مباشرة إلى الدم. ولذا يتخذ الدم كوسيلة للكشف عن التلوث بالرصاص للأفراد، ولكن لازال هناك عديد من المصادر الأخرى للرصاص، مما أهمها العبوات المعدنية المختلفة المستخدم الرصاص في اللحامات لها، وكذلك في الأجهزة الإلكترونية ولعب الأطفال وغيرها مما يستخدم بها.

ولتحديد نسب التلوث بالجزئيات الدقيقة العالقة، فإنه يتم بعديد من الطرق نذكر منها الآتي:

١- الطرق غير المتلفة للعينات الجاري تحليلها :

- قياس درجة الفلورسنت باستخدام الأشعة السينية.

- التحليل باستخدام النيترونات النشطة.

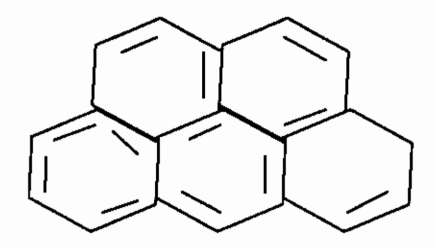
وحيث يتم القياس المباشر لنسب الملوثات.

٢- الطرق المتلفة للعينات:

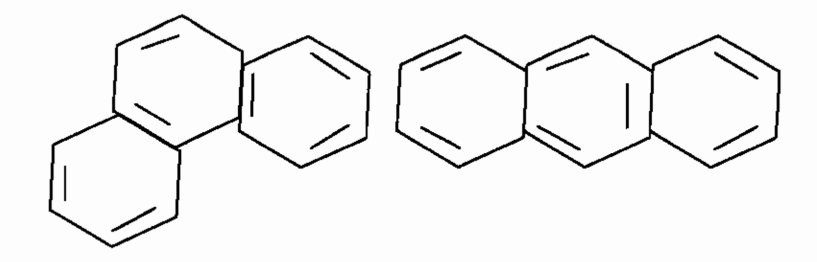
تتم بالإذابة في الأحماض المؤكسدة ثم التحلل باستخدام الطيف الذري الامتصاصي، أو الانبعاثات الطيفية، أو طيف الكتلة، أو غيرها من الأجهزة المعملية الدقيقة.

٤-٣-٤ المركبات الهيدروكاربونية العطرية متعددة الحلقات:

يوجد عديد من المركبات العطرية متعددة الحلقات، ومن أهمها وأخطرها في إحداث الأورام السرطانية مركب بنزوبيرين، وتركيبه كالتالي:



بينما البعض لا يصنف على أنه مسبب للسرطان، مثال: الفينثارين، والانتاريين.



وأهم الطرق لقياس هذه المركبات، استخدام كروموتوجرافيا الغازات لفصلها، ثم القياس باستخدام اللهب أو الأشعة فوق البنفسجية أو الفلوروسينية.

٤-٣-٥ مركبات الكبريتات والنيترات:

غالبا ما تكون هذه المركبات موجودة في الأمطار الحامضية، ويتم القياس باختزال النترات إلى النيتريت ثم التحليل بالأشعة الطيفية أو طرق الكرومتري لتحليل الكبريتات، وكذلك بالتفاعل مع كلوريد الباريوم أو كورموتوجرافيا الألمونيات يتفاعل تبادل الألمونيات ثم قياس التغير في معدلات التوصيل.

٤-٣-٦ أكاسيد النيتروجين:

من أهم مصادر التلوث الطبيعي بأكاسيد النيتروجين في الهواء الجوي مركب أوكسيد النيتروز، الذي يتكون من التفاعلات الميكروبولوجية الطبيعية داخل التربة، وحيث تصنف عادة على إنها ليست من الملوثات، وعلى الرغم مما تحدثه من تفاعلات مع تركيزات غاز الأوزون في طبقة الاستراتوسفير، وكذلك مع التزايد في استخدم الكميات الكبيرة من الأسمدة النيتروجينية ومما يزيد أيضًا من مستويات أوكسيد النيتروز في الجو.

هذا وتشمل أكاسيد النيتروز الآتي:

- أكاسيد النيتريك (NO).
- ثاني أوكسيد النيتروجين (NO_2)، وهو الأكثر وجودًا في الجو.
- أكسيد النيتروز (N_2O).

ويعبر عنها جميعًا عند انبعاثها كملوثات بالرمز (NO_x).

وأهم الميكانيزمات التي تحدثها التفاعل بين أوكسيد النيتريك مع الأوزون الجوي، وكذلك مع الأوكسجين الجوي، وإن كان على نحو بطيء للغاية مع التركيزات الموجودة في الهواء.

وأهم مصدر لتكون أكاسيد النتروجين التفاعل عند الحرارات المرتفعة بين كل من النيتروجين والأوكسجين وذلك خلال عمليات حرق أنواع الوقود نتيجة للنيتروجين الموجود في الوقود.

ويشتمل الجدول (١١) على بيان لأهم مصادر (NO_x) ونسبتها إلى الإجمالي خلال الفترة ١٩٩٦ إلى ٢٠٠٦.

جدول (١١)

انبعاثات (NO_x) ومصادرها ونسب وجودها (ألف طن)

المصدر	١٩٩٦	٢٠٠٦	النسبة إلى الإجمالي عام ٢٠٠٦٪
الخدمي	٥٠	٥٧	٤
التجاري/ العام	٤١	٤٥	٢
محطات الكهرباء	٧٧٤	٧٨٣	٤٠
معامل التكرير	٤٤	٣٨	٢
الزراعة	٥	٣	--
الصناعة	٢٩٢	١٧٩	٩
السكك الحديدية	٤٢	٣٧	٢
النقل بالطرق	٦٠٣	٧٨٤	٤٠
طرق المخلفات	١٢	١٢	١
الإجمالي	١٨٦٣	١٩٣٧	١٠٠

وتصل تركيزات (NO_x) المعتادة في المدن إلى حدود ١٠-٢٠٠ مليجرام/ م٣، وفي الريف بأقل من ٢٠ مليجرام/ م٣، وتضع وكالة حماية البيئة في أمريكا مقاييس جودة الهواء بحدود ١٠٠ مليجرام/ م٣ كمتوسط سنوي.

وتتعلق التأثيرات المباشرة لأكاسيد النيتروجين على الأفراد بإصابة الجهاز التنفسي بالتهابات في المسارات، بالإضافة إلى إتلافها للنباتات، أما التأثيرات غير المباشرة فتشمل التفاعلات الضوء كيميائية لتكوين الأدخنة الضبابية، وكذلك للذوبان في السحب والسقوط كأمطار حامضية، وما تحدثه من مشكلات على المنشآت والبيئة.

وتشمل تحليلات أكاسيد النيتروجين التحول من كونها ثاني أوكسيد النيتروجين على أوكسيد النيتريت، ثم بالتفاعل المكون لصفة الأيزو، ولكن يعيبها عدم الدقة بسبب:

- المنتجات القياسية متغيرة بسبب أن تجميع أوكسيد النيتروجين هو الآخر متغير.
- إن الكشف بالتحليل الضوئي هو الآخر غير ثابت.

واستخدم كبديل التفاعل مع مركب الزرنيخ للمساعدة على التحول إلى النيتريت، ولكن يعيق هذه الطرق هو أن التحول الكمي من NO إلى NO_2 ليس ثابتًا كميًّا.

والتحاليل باستخدام الأجهزة الأكثر دقة؛ إذ يتفاعل أكاسيد النيتروجين مع الأوزون لإعطاء ثاني أوكسيد النيتروجين المشع للضوء بطول موجة ٦٠٠-٣٠٠٠ ملي ميكرون، عادة عند ١٢٠٠ ملي ميكرون، يمكن استخدامه بدقة أعلى.

$$NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

$$NO_2 \longrightarrow NO_2 + HO$$

ومع زيادة كمية الأوزون، فإن الأشعة تزداد على نحو خطي مع تركيزات أوكسيد النيتروجين، وفي الحدود من واحد جزء في البليون إلى ٤١٠ أجزاء في المليون.

٤-٣-٧ أول أوكسيد الكربون (CO):

غالبا ما يصاحب إدارة محركات الجازولين للسيارات انبعاث لغاز أول أوكسيد الكربون، وبذلك فإن هذه المحركات تشكل المصدر الأساسي لتلوث الهواء به، وكما يتضح من الجدول (١٢)، سواء كانت هذه المحركات دائرة في الظروف المعتادة أو الشديدة البرودة أو السخونة، وذلك أن بقية عمليات حرق الوقود جميعها ذات كفاءة عالية، ولا تتسبب إلا في انبعاث كميات قليلة من (CO).

جدول (١٢)

انبعاثات أول أوكسيد الكربون من المصادر المختلفة

المصدر	١٩٩٦ ألف طن	٢٠٠٦ ألف طن	النسبة إلى الإجمالي عام ٢٠٠٦٪
القطاع الخدمي	٦١١	٤٣٣	٩
التجاري/ الخدمة العامة	١٣	١١	--
محطات الكهرباء	٥٢	٤٨	١
معامل التكرير	٤	٤	--
الزراعة	١	١	--
الصناعة	١١١	٧٥	١
السكك الحديد	١٦	١٤	--
النقل بالطرق	٣٨٠٤	٤٧٤٨	٨٥
حرق أنواع المخلفات	٢٢٠	٢٢٠	٤
الإجمالي	٤٨٦٢	٥٦٠٢	١٠٠

هذا ويتفاعل شق الأيدروكسيد مع (CO)؛ محولاً إياه إلى (CO_2)، وذلك أفضل الوسائل لخفض نسبته في الجو، ولكن هذه العملية شديدة البطء، وإذا ما حدثت بعيدًا عن مصادر الانبعاثات، فإنها تتأثر على نحو كبير بظروف التخفيف الحادثة جويًا للانبعاثات. هذا ويصنف (CO) على أنه مشكلة تلوث حادة، خاصة مع ازدياد

الكثافة المرورية وفي الطرق المحاطة والضيقة، وعندما تتزايد التركيزات إلى حدود ٥٠ ج ف م (جزء في المليون) أو ما يزيد عن ذلك؛ إذ إن التفاعل الحادث مع هيموجلوبين الدم مكونًا لمركب كاربوكس هيموجلوبين، والذي لـه ثبـات عـالي، فإنـه يتـسبب في خفض قدرة الدم على حمل ونقل غاز الأوكسجين. واستنادًا إلى ذلك، وضـعت هيئـة حماية البيئة في أمريكا الحدود التالية لغاز (CO):

التعرض لفترة ٨ ساعات: لا تزيد عن ٩ ج ف م.

التعرض لفترة ساعة واحدة: لا تزيد عن ٣٥ ج ف م.

القياس الكيميائي:

يتم استخدام الأشعة تحت الحمراء غير المشتتة لقياس نسبة (CO) في العينات من هواء الطرق، والمتوقع أن تكون بحدود ١-٥٠ ج ف م، وبسبب وجـود تطـابق عـلى نحو جزئي لمناطق الامتصاص بسبب تداخل (CO) مع بخار الماء، فمـن الـلازم أولاً إزالة بخار الماء، وذلك بإمرار عينة الهواء فوق عامل تجفيف، والذي يـؤثر أيـضا عـلى (CO)، بالمقارنة مع عينة هواء لا تحتوي على (CO).

كذلك يستخدم التحليل باللهب المؤين الكاشـف (FID) ، والـذي يتـيح قيـاس (CO) إضافة إلى غاز الميثان والهيدروكاربونات الكلية وباستخدام الهيـدروجين كغـاز حامل لعينة الهواء، وعمود فاصل مملوء بمركب بوليمر كلورين كمادة ماصة، ولوقت كاف، وبها يتيح فصل (CO) & (CH_4) عن بقية المكونات الثقيلة والتي تـزال بـالنفخ العكسي لذلك التيار، وبالتبخير للخليط في منخل للجزئيـات المحتويـة عـلى C_3 يـتم الفصل بينهما، للتمرير في جهاز (FID).

وتشمل تأثيرات وخواص أوكسيد الكربون على الآتي:

- خامل كيميائيا، لا يتفاعل بدرجة ملحوظة مع أي مكونات أخرى مـن مكونـات الهواء.
- يتحد مع الهيموجلوبين في الدم بدرجة أكثر مما يتحد بها غاز الأوكسجين، وبالتالي يمنع وصول الأوكسجين بالدرجة المطلوبة إلى المخ وأنسجة وخلايا الجسم.
- يؤدي إلى الـشعور بالـصداع، والإرهـاق، والارتبـاك، مـع انخفـاض في القـدرة الذهنية.
- إذا زاد إلى نسبة ٠،٠٣٥٪ (٣٥٠٠ ج ف م) في الهواء أدى إلى الاختناق.

- التأثير الصحي > ٠,٠١ لا شيء، ٠,٠١ -٢٪ تأثيرات سلوكية.
- ٢-٥٪ تأثيرات على الجهاز العصبي، إضعاف في حدة الرؤية.
- ٥-١٠٪ تغيرات في وظائف القلب والرئتين.
- ٣-٨٠٪ صداع، تعب، نعاس، غيبوبة.
- ٩٠٪ توقف التنفس، الوفاة.

و٨٠٪ من مصادر أول أوكسيد الكربون العادم، المنبعث من محركات السيارات.

٤-٣-٨ الهيدروكاربونات:

تعتبر أبخرة المذيبات وأنواع الوقود المصدر الأساسي لتلوث الهواء بمركبات الهيدروكاربونات، هذا بالإضافة إلى الاحتراق الجزئي لأنواع الوقود، وكما يتضح من الجدول (١٣).

جدول (١٣)

مصادر انبعاثات الهيدروكربونات

المصدر	١٩٩٦ ألف طن	٢٠٠٦ ألف طن	النسبة إلى الإجمالى عام ٢٠٠٦٪
القطاع الخدمي	١٠٢	٧٨	٤
التجاري/ الخدمة العامة	١	١	--
محطات الكهرباء	١٣	١٣	١
معامل التكرير	١	١	--
الصناعة	٤	٣	--
السكك الحديد	١١	١٠	--
النقل بالطرق	٤٥٦	٥٧٣	٢٨
حرق المخلفات	٣٨	٣٨	٢
تسرب الغاز	١٤٢	٢٠١	١٠
العمليات الصناعية وتبخر المذيبات	١٠٤٣	١٠٦٨	٥٢
الغابات	٨٠	٨٠	٤
الإجمالى	١٨٩٠	٢٠٦٥	١٠٠

وحيث ينبعث عن هذه العمليات عديد من المركبات الهيدروكاربونية، والتي يقدر عددها بحوالي ما يزيد عن ٢٠٠ مركب عند تحليل عينة من الهواء المحيط بالمدن، وكمثال عن هذه المركبات تلك الواردة بالجدول (١٤)، والمشتمل على المتوسط الحسابي والقيم القياسية، وعلى النحو الصادر في إنجلترا، للمركبات من ك٢ إلى ك٦ فقط.

وأكثر الطرق اختبارًا لقياس نسب المركبات الهيدروكاربونية، هو جهاز اللهب الإيوني مع استخدام الهواء المحيط كعامل للأكسدة، ومع خليط الهواء الهيدروجين كلهب، وحيث إن وجود الهيدروكاربونات يساعد على اشتتداد اللهيب. وبما يسمح بالقياس الكمي، كما أن حساسية ذرات الكربون للمركبات الهيدروكاربونية تختلف على نحو محدود للغاية، بينما المركبات الأوكسجينية أو الهالوجينية تحدث تأثيرًا محدودًا، أما بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون وأول أوكسيد الكربون، فإنها لا تحدث أي تأثير على النتيجة، ويتم معايرة الجهاز باستخدام غاز الميثان، وتسجيل النتائج كجزء في البليون للكاربون (PPbC).

وكمثال على ذلك:

٢٥ ج ف ب	بيوتان	يعبر عنه ١٠٠ ج ف ب كربون.
٥٠ ج ف ب	إيثان	يعبر عنه ١٠٠ ج ف ب كربون.
١٠٠ ج ف ب	ميثان	يعبر عنه ١٠٠ ج ف ب كربون.

جدول (١٤)

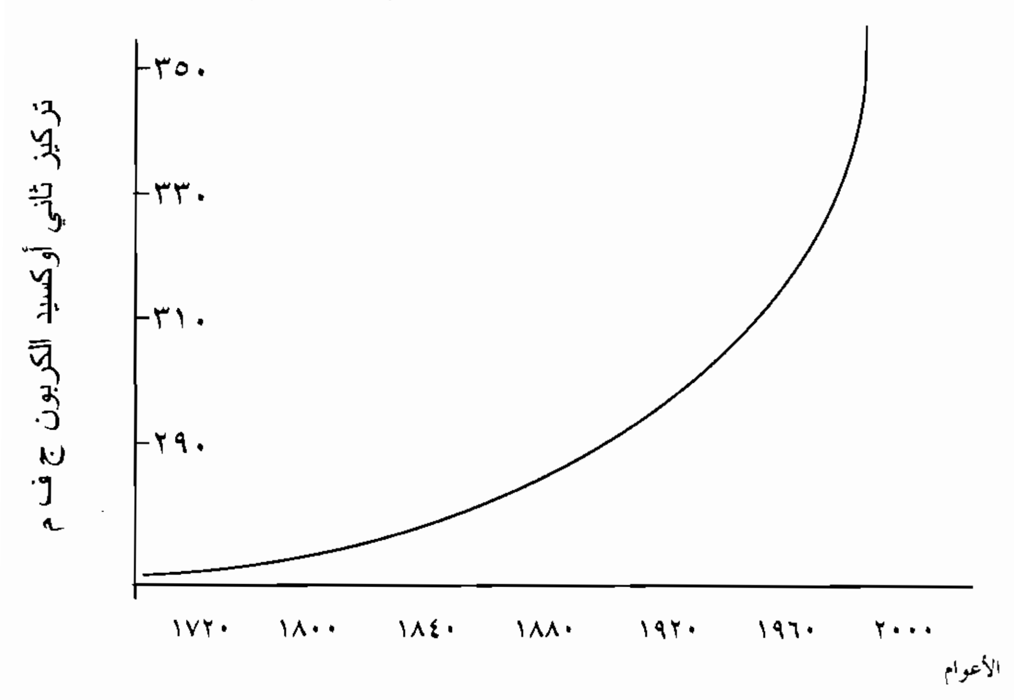
تركيزات المركبات الهيدروكاربونية المحددة ك٢-ك٦ (جزء في البليون)

المركب	القيمة القياسية	المتوسط الحسابي
إيثان	٢٨,١	٥٤,٢
إيثلين	٩,٣	٤٢,٣
استيلين	٦,٠	١٠,٣
بروبان	٥,٨	١٢,٢
بروبلين	٧,١	٩,٩
أيزوبيتان	١٠,٢	٤٠,٧
نورمال بيتان	١٢,٨	١٦,٦
بيتولين	٨,٠	١١,٠
ميثيل بروباليين	١,٦	١,٢
بتولين -٢- ترانس	١٧,٠	١٨,٩
بيتولين -٢- سيس	٧,٢	٨,٧
نورمال بنتيان	٧,١	١١,٢
٢- ميثيل بيوتان	٦٥,٧	٦١,٢
٢-٢ ثنائي ميثيل بروبان	١٦,٦	٥٨,٨
١- بنتين	٤,٩	١٠,٣
ترانس بنتين -٢	١٢,٤	١٩,٧
سيس بنتين -٢	١٧,٧	١٣,٦
٢ ميثيل بيتونين -١	٠,٣	٠,٤
٣ ميثيل بيتونين	١٧,٧	٣٨,٣
نورمال هكسان	٤,٥	١٠,١
٢.٢ ثنائي ميثيل بتبان	١٦,٩	٤٧,٩
ميثيل بنتان	١٧,٥	٢١,٢
أيثيل تبيان	٢٠,٨	٤٠,٢
هكسان	٩,٣	١٠,٤
ترانس هكسين -٣	٥,٤	٥,١
سيس هكسين -٣	٧,١	٦,٣

٤-٣-٩ ثاني أوكسيد الكربون: مع زيادة انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون من الأفراد ومختلف الحيوانات والغابات ولتحلل واحتراق المواد، ومع ما تقوم بامتصاصه الغابات خلال عمليات التخليق الضوئي، كذلك ما يتم امتصاصه أو انبعاثه من المحيطات، وما تحتوي عليه من مركبات البيكاربونات، إضافة بالطبع إلى احتراق أنواع الوقود، ومما تسبب في الزيادة على النحو الموضح بالشكل (٤).

شكل (٤)

الزيادة في تركيز (CO_2) من عام ١٧٢٠ إلى عام ٢٠٠٠



٤-٣-١٠ الملوثات الثانوية: تشمل الأوزون نتيجة للتفاعلات بين أكاسيد النيتروجين والمركبات الهيدروكاربونية في ضوء الشمس كما تتكون أيضًا من هذا التفاعل عديد من المركبات الثانوية الأخرى، ولكن الأوزون أكثرها أهمية، حيث وجد في تكوين الأدخنة الضبابية، مثال ما حدث في كاليفورنيا، حيث كانت نسبة الأوزون تزيد عن ٤٠٠ ج ف ب، ويتأثر التلوث بالأوزون بالظروف المناخية المختلفة، كما يصل التركيز أحيانا في جنوب إنجلترا إلى حدود ٢٥٠ ج ف ب.

٤-٣-١١ التلوث داخل المنازل: من اللازم كفاءة التهوية لإزالة أي ملوثات وتجديد الهواء، إضافة إلى كفاءة حرق أنواع الوقود خاصة الكيروسين، وعند استخدامه كوقود للمدافئ، وما يصاحب ذلك من انبعاث لأول أوكسيد الكربون وثاني أوكسيد الكبريت، وما يسببانه من أضرار على النحو السابق ذكره.

٤-٤ مواجهة تلوث الهواء: تشمل الطرق والوسائل الممكن استخدامها أو الاستعانة بها؛ لمواجهة تلوث الهواء الآتي:

١- استخدام المرشحات البيولوجية (Bio-filtters)؛ حيث تقوم بامتصاص الملوثات من الغازات، مثال: أكاسيد الكبريت والنيتروجين والأمونيا، أو امتصاص الجزئيات الصلبة، على مرشحات ذات مسطحات كبيرة ومسام نوعية، مثال: الصوف الحجري، أو الكربون النشط أو الصوف الزجاجي أو المعادن، وحيث تنفصل أيضًا الميكروبات، والبكتريا الملتصقة مع الجزئيات الصلبة، ويلزم تغير هذه المرشحات دوريًا.

٢- استخدم أنواع من المرسبات الكهربائية (الكتروستاتيكية)؛ حيث تشحن كهربائيًا لشحنات مضادة للشحنات السائدة على الملوثات من الجزئيات الصلبة أو الميكروبات، وقد توسع استخدامها في محطات توليد الطاقة؛ إذ تحقق الفصل لأكثر من ٩٩٪ من جزئيات الملوثات.

٣- استخدام العوامل المساعدة المحولة (Catalytic Converter)، والتي يتم تركيبها داخل مواسير إخراج العادم من المحركات (الشكمانات)؛ إذ تقوم بتحويل أول أوكسيد الكربون إلى ثاني أوكسيد الكربون، وكذلك أكاسيد النيتروجين إلى نيتروجين، وبذلك تنخفض نسبة الملوثات الضارة. وقد كان استخدام ألكيل الرصاص كإضافة إلى الجازولين، يتسبب في الانبعاثات من أكاسيد الرصاص والتي توقف عمل هذه العوامل المساعدة، وتحويلها إلى قطع من الحديد لا تأثير لها على الملوثات.

٤- التوسع في استخدام المصادر المتجددة للطاقة، مثال: الرياح أو الماء أو الأقل في التلويث مثال الغاز الطبيعي، وكذلك الكهرباء بديلاً عن حرق المنتجات البترولية الملوثة للهواء.

٥- الاهتمام بالتشجير وإقامة الأحزمة والمسطحات الخضراء؛ حيث تقوم بحجز وامتصاص الملوثات، وبنسب تصل إلى ٧٠-٨٠٪، مثال امتصاص أول أوكسيد

الكربون وثاني أوكسيد الكبريت، وكذلك أكاسيد الرصاص الناتجة من استخدام الجازولين المحتوي على ألكيلات الرصاص، كما تفرز الأشجار مواد ومركبات متطايرة، تعمل على إثباط وقتل البكتريا والفطريات ومسببات الأمراض، مثال: الحادث من أشجار الصنوبر، الكافور، الزيزفون، الزعتر؛ إذ لها تأثيرات مثبطة على أنواع الملوثات من الميكروبات والبكتريا، وتشير التحاليل إلى أن الهواء في المناطق المشجرة يحتوي على نسب، تقل بحوالي ٢٠٠٪ مرة عما يحتوي عليه هواء المدن من هذه الملوثات. لذلك توجد التوصية بأن تحتوي المدارس والمستشفيات على حوالي ٥٠-٦٠٪ من إجمالي مساحتها على أشجار، وبالنسبة للمدن ألا تقل عن ٤٠٪ من مساحتها، وبذلك تخفض من شدة الضوضاء بها.

٦- سن وتطبيق ومراقبة تنفيذ التشريعات والقوانين التي تحدد الحد الأقصى المسموح به للملوثات الموجودة في الهواء؛ خاصة في المناطق الصناعية، ومع التوسع في إقامة، وكذلك إضافة محطات ووحدات الرصد والمراقبة لملوثات الهواء.

٧- الاهتمام بالتوعية الإعلامية والتعريف بمخاطر التلوث، وكذلك مصادر الإزعاج والضوضاء. وما تحدثه من تأثيرات على الصحة العامة؛ خاصة في المناطق السكانية، ومنع استخدام مكبرات الصوت، وكذلك مراقبة أصوات المصانع والورش والمقاهي، وأبواق السيارات وغيرها، حيث يلزم ألا تزيد شدة الضوضاء عند المدارس والمستشفيات عن ٣٠-٤٠ ديسيبل، يساعد على تحقيق ذلك الخفض الاستعانة بحزام من الأشجار؛ إذ إن ذلك يخفض من شدة الضوضاء بحدود تصل ١٠٥ ديسيبل.

٨- التوسع في البحوث العلمية ومراحل التطوير للمحافظة على طبقة الأوزون (استخدام الفريون) وكذلك تجنب مخاطر الاحتباس الحراري.

٩- تحريم حرق المخلفات الصناعية أو الزراعية؛ خاصة داخل كردون المدن بالقرب من الأماكن السكنية.

وتشمل الغازات الرئيسية المنبعثة عن الأنشطة البشرية:

- ثاني أوكسيد الكربون، المنبعث عن احتراق أنواع الوقود، وعمليات تطهير الأراضي لأغراض الزراعة، وكذلك في عمليات إنتاج الأسمنت، وزراعة ونمو النباتات وتنفس الأفراد والحيوانات.

- غاز الميثان المنبعث من القمامة المتخمرة، وكذلك من الصرف الصحي والمجاري، وفي عمليات تربية الماشية وزراعة الأرز.
- أكسيد النيتروز، المنبعث من حرق الوقود وأكسدة غاز النيتروجين، ومن بعض العمليات الصناعية واستخدامات الأسمدة.
- غازات الفريون (الكلوروفلورو كاربون، الهيدروفلور و كاربون، البيروفلو كاربون، سداس فلوريد الكبريت) والناتجة من التسربات من المبردات والمكيفات، وعبوات الأيروسول، وخلال إنتاج الألمونيوم وصناعة أشباه الموصلات، وصهر المغنسيوم، وبعض التركيبات الكهربائية، وخلافها من العمليات.
- وتشير الدلائل إلى أن الانبعاثات قد وصلت على مستويات حرجة، وبالتالي أدت إلى تغيرات مناخية لا رجعة فيها.
- وجود نظم إيكولوجية متنوعة مثال: غابات الأمازون الخطيرة والمناطق الواقعة في المنطقة القطبية الشمالية، والتي وصلت إلى تغيرات كبيرة من خلال الاحتراق والجفاف.
- انحسار في المناطق الجليدية الجبلية وارتفاع منسوب المياه في البحار وبمعدلات أسرع عما كان حادثًا من قبل، ويزيد من معدل الفقدان ويبلغ ذروته خلال فصل الصيف.

والاحترار الحادث في منطقة القطب الشمالي يعادل ضعف الاحترار في أغلب مناطق العالم؛ نتيجة إلى أن الثلوج تزيد من انعكاس الطاقة الشمسية إلى الفضاء، بينما الأسطح المظلمة مثال مناطق الصحراء الجرداء أو المحيطات المفتوحة تمتص المزيد من الطاقة الشمسية ثم تشعها لتسخين الهواء فوق هذه المناطق فقط، ومن ضمنها مناطق ذوبان الجليد. كذلك تؤدي العواصف القوية خاصة خلال بداية فصل الصيف إلى الدفع بالكتل الجليدية؛ مما أدى إلى نشوء رقع واسعة من أسطح المحيطات المفتوحة. وتبلغ معدلات الفقدان الحالية للثلوج قرابة ١٠٠ كيلو متر مكعب سنويًا، إن ذوبانًا كاملاً للثلوج من المتوقع حدوثه، نتيجة لمعدلات الاحترار المتنبأ بها خلال العقود القادمة.

٤-٥ غازات الدفيئة (غازات الصوبا الخضراء):

غازات الصوبا الخضراء اسم يطلق على مجموعة من الغازات التي تتسبب في أن تجعل حرارة الأرض أكثر دفئًا، وبمتوسط يصل إلى حدود ٣٣°م (درجة مئوية)، عما كان مفترض أن يكون في حالة إذا ما لم تكن هذه الغازات موجودة ومحيطة بالأرض في الغلاف الجوي، وتعرف هذه الظاهرة بمسمى تأثيرات غازات الصوبا الخضراء.

خلال القرن الماضي (العشرين)، ارتفعت درجة حرارة الأرض بحدود ٠٫٠٥°م، وعديد من العلماء يعزون ذلك إلى زيادة تركيز غازات الصوبا الخضراء في الغلاف الجوي، والتي تتسبب حاليًا في إحداث ما يعرف بالتغيرات المناخية، وكذلك ما يطلق عليه مسمى (الارتفاع الحراري للأرض Global warming)، ومما تسبب فيه من انصهار للثلوج، وحدوث الفيضانات، وفي بعض المناطق، الجفاف إضافة إلى النمو للحشرات، وأكثر المخاوف حاليا هو استمرار الأفراد في إنتاج وانبعاث هذه الغازات، وخاصة بالسرعات العالية. وهي تكون نتائجها السلبية في التزايد، مثال انخفاض المستوى الصحي للأفراد، ومع الانخفاض في النمو الاقتصادي، في المقابل يعزي عدد من العلماء تلك الظاهرة، إنها من الظواهر الطبيعية للأرض، وفي إطار الدورة الطبيعية للمناخ والأرض، وحتى الآن لا يوجد بعد اتفاق على أي من هذين التفسرين هو الأصح، ولكن في أي الأحوال يوجد اتفاق على ثبوت وصحة أمر واحد، هو أن سكان الأرض يزيدون على نحو مستمر في انبعاث هذه الغازات، ومع عدم ثبوت أو انخفاض في انبعاثها، وطبقًا لما تم قياسه خلال الأعوام القليلة الماضية.

ومع الاتفاق على بروتوكول كويوتو، وصدوره في عام ١٩٩٧ فقد بدأ في نهاية الأمر اتخاذ الخطوة الأولى نحو الخفض في انبعاثات غازات الصوبا الخضراء.

٤-٥-١ تأثيرات الصوبة الزجاجية:

الصوبة الناتجة من زيادة تركيزات غاز ثاني أوكسيد الكربون، أوكسيد النيتروز الفريون، بخار الماء، غاز الميثان وغيرها، مما ينبعث من الأرض، والتي تتسبب في زيادة حرارة الجو، ومع الاستمرار في ذلك فإن الأرض ستتعرض لتغير كبير في المناخ وعلى نحو لم يسبق بعد التنبؤ به، أو التَحكم فيه إذا ما حدث.

إن الأرض محمية من الشمس بواسطة غطاء من الهواء وبسمك كبير في طبقة التروبوسفير، وبذلك تقل كثافة الهواء مع التدرج بشدة في الارتفاع، وحيث يوجد حوالي ٨٠٪ من كتلة الغلاف الجوي، وتوجد قمة طبقة البتروبوسفير على ارتفاع حوالي ١٠ كيلو مترات فوق القطبين، و١٥ كيلو مترًا فوق خط الاستواء.

ولا يصل إلى الأرض عقب مرور أشعة الشمس في الطبقات التريبوسفير، وفوق الستراتوسفير المملوء بغاز الأوزون، إلا حوالي ٥٤٪ من هذه الأشعة.

ويشع نظام الأرض إلى الغلاف الجوي الطاقة مرة أخرى، وصولاً إلى حدوث توازن، بين الأشعة الساقطة على الأرض والصادر عنها، وقد يكون ذلك التوازن متحققًا بعد فترة زمنية طويلة، ربما تصل إلى سنة أحيانًا.

وتمتاز الأشعة الساقطة باحتوائها على نسبة كبيرة من الأشعة قصيرة الموجات، مثال الأشعة فوق البنفسجية، بينما تكون الأشعة الصادرة من الأرض ذات موجات أطول (تحت الحمراء) وهذا الاختلاف في أطوال الموجات هو الذي يصنع تأثيرات الصوبة الزجاجية.

وتمتص الغازات المحيطة بالأرض لا تمتص بطريقة منتظمة عبر الطيف الضوئي كله، ولكن الحادث إنها تمتص على نحو اختياري، وعبر حزم طيفية من أطوال موجة معينة، والتي غالبا ما تكون الأطول، وذلك الفارق بين أطوال الموجات الضوئية الساقطة على الأرض والمنعكسة منها يصنع أيضا تأثيرات الصوبة.

وأهم الغازات الصانعة لتأثيرات الصوبة هو ثاني أوكسيد الكربون، والذي كان تركيزه قبل حدوث الثورة الصناعة ٢٩٠ جزءًا في المليون حجمًا، وقد وصل تركيزه حاليا إلى حوالي ٣٤٥جزءًا في المليون، أي زيادة بحدود ٢٠٪، ومن المتوقع في عام ٢٠٥٠ أن يصل التركيز إلى قرابة الضعف ليكون بحدود ٥٨٠ جزءًا في المليون.

وتشمل مصادر غاز ثاني أوكسيد الكربون الآتي:

١- احتراق أنواع الوقود الأحفوري من العمليات الصناعية والخدمية المختلفة.

٢- احتراق أنواع الوقود الأحفوري في محركات السيارات ومحطات توليد الكهرباء.

٣- التفاعلات الكيميائية في صناعة الأسمنت بتحويل الحجر الجيري (كاربونات الكالسيوم) إلى الجبس (أكسيد الكالسيوم) بالتسخين في الأفران الخاصة بهذه الصناعة. ويقدر أن هذه العملية يتصاعد منها سنويًا ما يزيد عن ٥.٥ بليون طن من ثاني أوكسيد الكربون، تجد طريقها إلى الغلاف الجوي.

ويؤثر التغيير في نمط التصنيع على الانبعاثات من البلدان المختلفة، ففي عام ١٩٥٠ انبعثت من أمريكا وأوروبا الغربية ٦٨٪ من إجمالي ما انبعث من الأرض من ثاني أوكسيد الكربون، لكن في عام ١٩٨٠ انخفضت هذه النسبة إلى ٤٣٪ ورغم

كونها أكثر عما كان ينبعث في عام ١٩٥٠، بينما زادت خلال ذات الفترة الانبعاثات من دول الجنوب من ٧٪ إلى أكثر من ٢٠٪ حيث بدأت دول الجنوب في التصنيع، وطبقًا للنموذج الأوروبي.

كما إن إزالة الغابات والتغيرات في استخدامات الأراضي تؤثر على انبعاثات ثاني أوكسيد الكربون.

٤-٦ تأثيرات التغيرات المناخية: من المتوقع مع التغيرات المناخية أن يحدث الآتي:

١- التأثير على الزراعة بين انكماش مناطق سابقة أمام التوسع في مناطق جديدة، ولكن أين ستكون هذه المناطق الجديدة، فذلك من الصعب بعد تحديده ولا متى سيحدث.

٢- التغير في إنتاج الحبوب، مما يعني انتهاء الدور الذي تلعبه الدول، التي تحقق الفائض من الحبوب وتسيطر بها على السوق العالمي، إذا ما تعثرت هذه الميزة.

٣- حدوث تحركات سكانية ضخمة وهجرات في اتجاه المناطق الجديدة والخصبة ودون التقيد بالحدود الدولية وما يتوقع معه من حدوث مؤثرات سياسية.

٤- ارتفاع منسوب البحر الناتج عن ذوبان الجليد مع ارتفاع درجات الحرارة.

٥- التمدد الحراري لماء البحر.

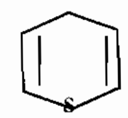
ومن المتوقع أن المناطق في النصف المتوسط من الكرة الأرضية، مثال حوض البحر المتوسط أو منغوليا، سوف تتحول لتكون سلة غذاء العالم، حيث إن زيادة تركيز ثاني أوكسيد الكربون ستلعب دورًا كبيرًا على التأثير المباشر على نمو النباتات، ومما يزيد من الإنتاج ويقلل من الاحتياجات المائية.

٤-٧ تلوث الهواء بمصادر الطاقة: تشمل مصادر الطاقة الآتي:

الخامات البترولية، الفحم، الصخر الزيتي، الرمل القاري، والذي يتحول إلى منتجات سواء كانت غازية أو سائلة، وجميعها مصدر مهم للتلوث البيئي.

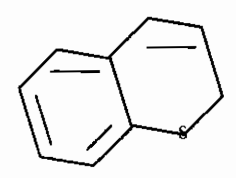
وتقدر الكميات المستخرجة سنويًا من خام البترول بمقدار ٢-٩ بليون طن، وبما يعني دخولها إلى البيئة، وكذلك إذا ما تحولت إلى أنواع البتروكيماويات.

وأهم العناصر المحتوى عليها البترول والمسببة للتلوث، تشمل: الكبريت، النيتروجين، المعادن، الأوكسجين ويدخل معها المركبات التي تحتوي عليها، ويصنف الكبريت بأنه من أهم هذه الملوثات، وتتراوح نسبة وجوده في الخامات البترولية بين ٠٠١٪ إلى ٣٠٧٪ بالوزن والذي غالبًا ما يكون متواجدًا في صورة مركب ثايوفين.



Thiophene

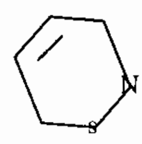
مركب ٢،٣ بنزفيومين



2,3 Benzothiophene

وغيرها من المركبات، مثال 2Ethyl -4,5 diomethyl thiozole

ويقل وجود النيتروجين عن نسبة الكبريت؛ إذ غالبًا بحدود ١٪ بالوزن، وأهم المركبات مركبة ثيازول



Thiozole

مركب ٨.٣.٢ ميثيل كينولين

CH3
CH3
N
CH3

2,3,8 trimethyl quinoline

وتشمل المعادن في الخامات البترولية الآتي:

الألمونيوم، الكالسيوم، النحاس، الحديد، الكروميوم، الصوديوم، السيلكون، الفانديوم، الرصاص، الباريوم، البورون، الكوبالت، الموليديبيوم.

وقد توجد بنسبة ٠٠١ ج.ف.م، وتزيد أحيانا إلى ١٠٠ ج.ف.م، كما توجد أحيانًا في صورة كلوريدات وفلوريدات.

كما أن بعضها يصل إلى للخام البترولي أثناء عمليات استخراجية من الأرض، وباستخدام أنواع من طفلة الحفر أو سوائل الاستحلاب.

٤-٧-١ تأثيرات أكاسيد النيتروجين والأوزون

بتأثرات الأشعة فوق البنفسجية مع ضوء الشمس، يحدث الآتي:

$$O_2 \longrightarrow O^{\cdot} + O^{\cdot}$$

$$O_2 + O^{\cdot} \longrightarrow O_3$$

$$NO + O_3 \longrightarrow O_2 + NO_2$$

أ. تدمير طبقة الأوزون:

يتكون غاز الأوزون من ثلاث ذرات (O_3) ويحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية (بطول موجة ٢٩٠-٣٢٠ ميلي ميكرون)، وذلك ما يسمى طبقة الأوزون Ozonsphere، والتي تقع على ارتفاع ٢٢-٢٥كم فوق سطح الأرض، وإن كان وجوده ممتدًا في جميع الطبقات، وهذه الطبقة غير متصلة أو ذات حدود واضحة، سواء في طريفها العلوي أو السفلي، ونسبة وجوده في طبقة الأوزون تقريبا ١٢ مليجرام في الجرام الواحد من الهواء، ويقل تركيز الأوزون كلما ارتفعنا عن هذه الطبقة، وإن كان ذلك التغير يحدث في بطء شديد وعلى نحو تدريجي.

ب. ثقب الأوزون:

يحدث خاصة فوق منطقة القطب الجنوبي، خلال فترة ربيع القطب الجنوبي (شهر سبتمبر وأكتوبر)، وهذا الثقب ازداد اتساعًا في السنوات الأخيرة، وفي ازدياد مستمر لاتساعه، وستصبح طبقة الأوزون رقيقة للغاية نتيجة لانخفاض السمك.

أسباب حدوث ثقب الأوزون:

١ – التعامل مع أوكسيد النيتروجين، كما سبق الذكر.

٢ – التفاعل مع مركبات الكلورو فلوروكاربون

$$CF_2\,CL_2 + Ho \longrightarrow CF_2CL + CL$$

$$CL + O_3 \longrightarrow CLO + O_2$$

$$CF\,CL_3 + Ho \longrightarrow CFCL_2 + CL$$

$$CL + O_3 \longrightarrow CLO + O_2$$

$$CLO + O \longrightarrow CL + O_2$$

وبذلك يستمر الكلور في تدمير طبقة الأوزون.

أخطار ثقب الأوزون:

زيادة ثقب الأوزون تزيد من وصول الأشعة فوق البنفسجية إلى الأرض، وسيكون لذلك نتائج على كافة الكائنات الحية، مثال: ارتفاع الإصابة بسرطان الجلد، وخفض إنتاج الغذاء، سواء على الأرض أو البحر، وازدياد انتشار الأراضي الأمراض المعدية، مع تسارع ظاهرة ارتفاع حرارة الأرض، والإقلال من تجمعات الطافيات النباتية (Phytophnktons)، التي تقوم بتثبيت ثاني أوكسيد الكربون، وبكمية تزيد على نصف ثاني أوكسيد الكربون، المنبعث على نطاق الكرة الأرضية سنويًا؛ مما سيؤدي إلى اضطراب سلاسل الغذاء البحري، وبالتالي سيلحق الأذى بالأسماك والسرطانات البحرية والريبان (الجمبري)، وغيرها.

وانبعاث ثاني أوكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي، سوف يزيد من ارتفاع درجة حرارة الأرض وبالتالي رفع مستويات البحار، وبالتالي هبوط الإنتاج الزراعي، مع نقص شديد في النيتروجين اللازم للنبات (الأرز).

ومن الخطير إحداث إعتام لعدسة العين؛ ذلك أن العين عكس الجلد لا تستطيع مقاومة الأشعة فوق البنفسجية؛ مما يتوقع إصابة أكثر من ١٠٠ ألف شخص بالعمى كلما نقص الأوزون ١٪، مع التأثير على النواحي الوراثية، وكذلك تلف عديد من المواد، مثال: البلاستيك، المطاط، الخشب، المنسوجات، الدهانات وخلافه.

٥- التلوث بالمخلفات الصلبة:

يشكل التلوث بمكونات المخلفات الصلبة مشكلة بيئية خطيرة للأسباب التالية:

١ - التزايد الكبير في الكميات، التي تلقى يوميًّا من مكونات المخلفات الصلبة، والتي يدفع إلى هذه الزيادة الآتي:

- الزيادة في إعداد السكان وما يستهلكونه من منتجات، والتي تصل إلى أن الفرد الواحد يتخلص يوميًّا من ٢ كليو جرام.
- التوسع في نوعية العبوات، خاصة الصغير منها.
- عدم توافر أماكن مخصصة لاستقبال وتجميع هذه المخلفات.
- عدم توافر الوسائل التكنولوجية المناسبة للتعامل مع هذه المخلفات، سواء الدفن، الحرق، إعادة التصنيع والتدوير، إعادة الاستخدام...إلخ.

ومن ثم تتحول المخلفات الصلبة إلى ملوث خطير للبيئة، وتشمل الورق، خاصة أوراق الصحف والأطعمة والحدائق والأشجار والحشائش، وكذلك البلاستيكات والزجاجيات وعلب العبوات المعدنية والمنسوجات، وعديد من الأجزاء المعدنية، إضافة إلى الأخشاب وغيرها من المكونات التي تستخدم يوميًّا، ويتضمن الجدول (١٦) نسب المكونات المختلفة في المخلفات الصلبة المنزلية.

ومن المفترض أن تتولى الجهات الحكومية المحلية مسئوليات التجميع والتخلص من هذه المخلفات، بأن يتم تزويدها باللوريات والعمالة اللازمة، أو بالتعاقد مع شركات من القطاع الخاص والمتخصصة؛ لتتولى مسئولية جميع هذه العمليات، وفي بعض الدول تقوم الشركات أو الجهات المسئولة بتحصيل مدفوعات مالية، طبقًا لكمية وحجم ما يتم نقله من مخلفات، ومما قد يوجد حاجزًا أمام بعض الأفراد إلى الإقلال من حجم ما يقومون بالتخلص منه.

٥-١ طرق التخلص:

حتى عقد الستينات، كان أغلب المخلفات الصلبة يتم إلقاؤها في موقع مفتوح ومكشوف، ثم يتم عند امتلائه القيام بحرقها ومما يقلل من كمياتها، ويطيل من فترة استخدام ذلك الموقع، ولكن مع تلوث خطير للبيئة، خاصة عند عدم الاحتراق الكامل لجميع مكوناتها. وكانت الأدخنة المتصاعدة ترى من على بعد عدة كيلومترات، ومع انبعاث لروائح كريهة وتلوث حاد للهواء. وكذلك إيجاد المأوى المناسب للذباب والفئران.

ثم التخلص بعد ذلك من المخلفات بالحرق في أفران مخصصة لذلك، وذات حرارات مرتفعة؛ بحيث تتيح الاحتراق الكامل، وكان ذلك أفضل من الأفران المفتوحة، ولكن ظلت هذه الأفران مصدرًا كبيرًا أيضًا لتلوث الهواء، ومن ثم كان التحول إلى إقامة المدافن الأرضية للمخلفات، ولكن حتى هذه المدافن ثبت أنها ملوثة للمياه الجوفية، وفي بعض المدافن المغلقة يتكون غاز الميثان، المحتمل أن يتسبب في الحرائق والحوادث.

كما أنه من الصعب أحيانًا إيجاد مساحات مناسبة وكافية لإقامة هذه المدافن.

ومع انتشار كميات وتوزيع أماكن المخلفات الصلبة، خصوصًا داخل المدن وما تحدثه من تجمعات قذرة وروائح غير محتملة وسيئة. هذا ويشارك الجميع في إحداث هذه المخالفة الخطيرة. بينما في المقدور أيضًا إذا ما اتبعنا الطرق الصحيحة في التعامل مع هذه المخلفات الصلبة، لتكون أقل تأثيرًا على البيئة بما في ذلك الروائح السيئة المنبعثة منها.

ومنذ بدء الخليقة كان الأفراد دائمًا منتجين للمخلفات، بما في ذلك بقايا عظام الحيوانات التي كان تتغذى عليها البشرية بعد طهوها وإعدادها للطعام، أو لبقايا الأخشاب التي يقطعونها من الغابات، ومع التقدم الحضاري أصبحت هذه المخلفات أكثر تنوعًا وكذلك معقدًا. ومع الثورة الصناعية في نهاية القرن التاسع عشر، وزيادة عمليات التصنيع، وكذلك الزيادة في الأفراد مركبات ما يستهلكون من مواد مختلفة، فإن ذلك أدى ليس فقط إلى الزيادة في تلوث الهواء أو الماء، وإنما أيضًا في ازدياد ما يترك من مخلفات صلبة، أغلبها غير قابل للتحلل البيولوجي بالبكتريا، وقد صاحب الازدياد في أعداد السكان ومعدلات التجديد والتحديث إن زادت المخلفات الصلبة على نحو كبير.

من هنا بدأ الاهتمام بتنفيذ العمليات الرفض (Refuse)، إعادة استخدام (Reuse)، إعادة التدوير (Recycle)، الإقلال (Reduce)، وأطلق عليها لذلك باللغة الإنجليزية (Four RS)؛ حيث تقوم هذه العمليات بالآتي:

١- **الرفض (Refuse)**: بدلاً من شراء عبوات جديدة، فيمكن الاستمرار في استخدام القديم القائم بالفعل، ورفض شراء هذا الجديد.

٢- **إعادة استخدام (Reuse)**: إعادة استخدام ماسبق استخدامه، مثال: علب أو زجاجات المشروبات، وحيث يمكن تغليفها بأوراق جميلة، أومرسومة واستخدامها كزهريات أو عبوات للأقلام.

٣- **إعادة التدوير (Recycle)**: مثال الملابس والأغطية القديمة، ولكن من المهم التنفيذ السليم لفرز المخلفات بعد تجميعها وأخذها لإعادة تدويرها، وهذا الحل هو الأفضل للتعامل مع المخلفات الصلبة، وفي اليابان يتم إعادة التدوير لحوالي ٥٠٪ من المخلفات الصلبة بينما تنخفض هذه النسبة في الاتحاد الأوروبي إلى ٣٠٪، بينما لم تزد النسبة في أمريكا عن ١٠٪ حتى الآن.

٤- **الإقلال (Reduce)**: لأي مخلفات غير لازمة.

٥-١-١ الفرز والفصل للمخلفات:

يتم منذ البدء في تجميعها أن تكون هناك أوعية لكل نوع، مثال الآتي:

- أوعية للمخلفات العضوية.
- أوعية للبلاستيكات.
- أوعية للورق.
- أوعية للمخلفات الخطرة.
- أوعية للمخلفات السامة والأدوية.
- أوعية للأحجار وغيرها من المخلفات الغير عضوية.

هذه الخطوة مهمة واتباعها يحسن من الاستفادة من المخلفات الصلبة، وأن تعامل المخلفات الصناعية على أنها مخلفات خطرة، وأن تعامل الأدوية ومخلفات المستشفيات على أنها مخلفات حاملة للعدوى والإضرار بالصحة.

ومن المهم والأفضل أن نغير تنظيم حياتنا واستعمال المواد لعديد من المرات، ولفعل آلاف الأمور بطريقة مختلفة؛ وذلك من أجل مستقبل أفضل سواء لأنفسنا أو لأولادنا.

٥-٢ مخلفات المدن:

تتكون بالأساس من المخلفات المنزلية، مخلفات البناء، مخلفات المستشفيات، الأنقاض والمواد المدمرة، مخلفات الشوارع...إلخ، والتي تتخلف عن السكان والعمليات التجارية أو الصناعية، ومع التقدم الحضاري والتغيير في أنواع وعادات الأطعمة، فإن كميات وأنواع هذه المخلفات قد تغيرت على نحو كبير، فعلى سبيل

المثال كانت الكميات التي تم جمعها من المخلفات الصلبة من جميع المدن في الهند عام ١٩٤٧ مقدار ٦ ملايين طن، بينما وصلت هذه المخلفات حتى عام ١٩٩٧ (أي بعد خمسون عاما) إلى مقدار ٤٨ مليون طن (أي ثماني أضعاف). وخلال السنوات القليلة الماضية، زادت كميات هذه المخلفات بمقدار أكبر، ساعد على ذلك نوعية العبوات المستخدمة. هذا ويلزم الإحاطة إلى أن حوالي ٢٥٪ من مخلفات المدن لا يتم بالفعل جمعها على الإطلاق، وأنه توجد مشكلات لكميات تصل إلى حوالي ٧٠٪ من هذه المخلفات، حيث لا تتوافر الوسائل المناسبة لنقلها، وكذلك لعدم توافر المساحات الكافية والآمنة لهذه الأغراض، وغير مجهزة أو تم إعدادها لذلك، ومما يؤدي إلى حدوث تلوث، سواء للتربة أو المياه الجوفية.

ولتحديد أنواع مخلفات المدن:

- **المخلفات العضوية**: مخلفات المطابخ، الخضروات، الزهور، الفواكه، أوراق النباتات.
- **المخلفات السامة**: الأدوية بأنواعها (القديمة والحديثة) البويات، الكيماويات، لب الورق، أوعية رش المبيدات أو العطور، الأسمدة والمبيدات، البطاريات، ورنيش الأحذية، المواد اللاصقة، ...إلخ.
- **المخلفات القابلة للتدوير**: البلاستيك، الزجاج، المعادن، الورق.
- **المخلفات الملوثة**: مخلفات المستشفيات، والملابس الملوثة بالدم أو إفرازات الأفراد.

هذا واستخدام أنواع من العبوات أو وسائل التغليف مثال شرائح الألومنيوم أو أنواع البلاستك، وغيرها من المواد غير القابلة للتحلل البيولوجي، فإن جميعها تؤثر بشكل ضار على البيئة، ومن الصعب تقديرها أو حسابها. وذلك ما جعل في عديد من الدول منع استخدام مثل هذه الأغلفة أو العبوات، وكذلك دفع أيضًا إلى أن يتم التعبئة في أكياس قابلة لعديد من مرات الاستخدامات.

والجدول التالي (١٥) يوضح أنواع المخلفات والفترات الزمنية التقديرية لتحلل كل منها.

جدول (١٥)

نوع المخلفات والفترة الزمنية اللازمة لتحللها

نوع المخلفات	الفترة الزمنية اللازمة للتحلل
المخلفات العضوية بانواعها	من أسبوع واحد إلى أسبوعين
الورق	١٠-٣٠ يوم
المنسوجات القطنية	٢ – ٥ شهور
الأخشاب	١٠ – ١٥ عام
المنسوجات الصوفية	عام واحد
القصدير، الألمونيوم، والمعادن المختلفة	١٠٠-٥٠٠ عام
أكياس البلاستيك	مليون عام
العبوات الزجاجية	طويلة ولا يمكن حسابها

٥-٣ المخلفات الخطرة: تشمل المخلفات الصناعية أو مخلفات المستشفيات، لما تحتوي عليه من مواد سامة ويضاف إليها أنواع من المخلفات المنزلية ذات السمية والخطورة.

قد تكون هذه المخلفات ذات سمية مرتفعة، سواء للإنسان أو الحيوان أو النباتات، كما أن بعضها قد يكون سببًا لتآكل المعادن أو مواد البناء، وكذلك بعضها قابل للاشتعال أو الانفجار أو قابل للتفاعل إذا ما تم تعرضه لبعض المواد (مثال الغازات).

ومن ضمن هذه المخلفات الخطرة التي تلقيها المنازل، البطاريات، الورنيشات، علب البويات، عبوات الأدوية، الأدوية القديمة، أو الغير مستخدمة.

ومن الكيماويات الخطرة السابقة الاستخدام في المستشفيات: الألدهيدات، الفينولات، المطهرات، الزئبق (الموجود في أجهزة قياس الحرارة والضغط وغيرها من المعدات).

وفي قطاع الصناعة فإن المخلفات الخطرة تشمل: الكيماويات، الأوراق، المعادن، الأصباغ، المبيدات، مواد التكرير، مواد صناعات المطاط، وغيرها.

ويمكن أن يؤدي التعرض للكيماويات الخطرة مثال الزئبق أو السيانين إلى الوفاة.

٥-٤ مخلفات المستشفيات: تتجمع هذه المخلفات خلال عمليات: الكشف والتشخيص، المعالجة، الوقاية واكتساب الحصانة والتطعيم، وسواء كانت تلك العمليات تجري على البشر أو كأبحاث على الحيوانات، أو خلال عمليات الإنتاج والتجربة والاستخدام.

كذلك تتضمن هذه المخلفات ما تم استخدامه من أربطة أو أقطان أو أنواع من الأنسجة أو الحقن أو إفرازات الأفراد، أو وسائل ومعدات المسح والتنظيف، وخلافه مما يستخدم في المستشفيات، والتي يكون أغلبها حاملاً للعدوى، وتسبب المخاطر على صحة الأفراد، إذا لم تحسن إدارتها على النحو العلمي الصحيح.

وتشير بعض الإحصاءات إلى أن نسبة تزيد عن ٢٥٪ من مخلفات المستشفيات تكون حاملة للعدوى، وكذلك فإنه غالبًا لا تعامل هذه المخلفات بالاهتمام الكافي واللازم؛ لكي يتم فصلها أو جمعها أو إعدامها. لذلك من الأساسي والمهم، الاهتمام بأن يكون التعامل مع مخلفات المستشفيات وخلال المراحل المختلفة على النحو العلمي الصحيح وبالاهتمام الواجب.

٥-٥ حجم المخلفات الصلبة عالميا: يقدر حجم المخلفات المنزلية اللازم التخلص منها من كل فرد، في كل يوم؛ بالآتي:

في الدول الصناعية المتقدمة: ٠،٧ — ١،٨ كجم.

الدول النامية: ٠،٤ — ٠،٩ كجم.

وقد زادت المخلفات الصلبة في الدول الصناعية من عام ١٩٧٠ من ١٨٨ مليون طن إلى ٤٠٠ مليون طن في عم ١٩٩٠، في المقابل في الدول النامية خلال ذات السنوات من ١٦٠ إلى ٣٢٢ مليون طن (أي قرابة الضعف)، مع ازدياد الاهتمام بهذه المخلفات في البلدان النامية.

ويقدر أن حوالي ٣٠-٥٠٪ من المخلفات الصلبة تترك، دون تجميع وتتراكم في الشوارع والمواقع الخالية المختلفة وبين المنازل.

ويشتمل الجدول (١٦) على نسب المكونات المختلفة في النفايات من المخلفات الصلبة المنزلية في المدن

جدول (١٦)

نسب المكونات في المخلفات الصلبة المنزلية

المكون	النسبة (٪)
الورق	٪٥٠
الزجاج	٪١٠
مخلفات الحدائق وأوراق الشجر والحشائش	٪٩
الخشب	٪٢
المنسوجات	٪٢
المعادن	٪٨
البلاستيك	٪٣
مواد مختلفة	٪١٦

هذا وتساعد الأمطار وغيرها من مصادر المياه بحمل هذه المكونات وتتسرب إلى داخل التربة أو إلى المياه الجوفية أو السطحية، إضافة إلى ما ينتج عن تحللها من غازات مختلفة، ومن ثم تصبح بؤرة لنمو الحشرات والقوارض والبعوض والزواحف، مما يساعد على نقل وانتشار الأمراض وعلى نطاق واسع.

وتشير الإحصائيات إلى أنه في الإمكان نقل وانتشار عدد ٢٢ مرضا تنقلها الكائنات المختلفة من المخلفات الصلبة إلى الأفراد، كما أن قدمًا مكعبًا واحدًا من هذه المخلفات يعتبر وسطًا مناسبًا لحياة وتولد أكثر من ٧٠ ألف ذبابة.

وعدم التخلص الصحيح من هذه المخلفات الصلبة يصنع مشكلة حادة أمام عديد من الدول، وفي المقابل فإن عددًا محدودًا من الدول الذي استطاع أن يضع خططًا وتم تنفيذها للتحكم في المخلفات الصلبة؛ خاصة وإن محارق هذه المخلفات تمثل استثمارًا مكلفًا لبلدان كثيرة؛ إذ إن لها الكثير من العيوب مع الامتلاء بالرماد المتخلف بالملوثات واللازم إيجاد موقع مناسب لوضعه به. إضافة إلى انبعاث ملوثات الهواء الناتجة عن عمليات الحرق.

لذلك من المهم واللازم أن يتم الحرق على النحو الصحيح، وفي أفران مغلقة ومزودة بمداخن صحيحة ومحتوية على المرشحات اللازمة.

٥-٦ بناء المدافن:

تختار مساحة من الأرض مناسبة ذات اتساع كافٍ، وعلى موقع مرتفع بعيدًا عن المياه الجوفية، وغير مستغل حاليا، توضع المخلفات على سطح الأرض، ثم تغطى بعدة سنتيمترات من بالأتربة والرمال كل يوم، وحيث إنها لا تحرق فإنها لا تحدث تلوث للهواء أو لتزايد الذباب أو الحشرات المختلفة، بل يقل عددها على نحو ملحوظ، ولكن لا تتم في العادة مراقبة التأثير على المياه الجوفية، أو ما ينتج عن تحلل هذه المخلفات عقب دفنها، ومن الممكن الاستفادة بأي مجارٍ مائية قديمة تكون قد جفت أو أي وادي خارج مساحات المدن أو أي مقاطع مهجورة. والمخلفات تلقى كما هي دون أي تحذيرات أو احتياطات، وعندما تملأ وتغطى تماما وجيدًا، يمكن إهمالها إلى حين إتمام دكها جيدًا ودراسة كيفية الاستفادة بهذه المساحة.

٥-٦-١ مشكلات المدافن:

تخضع المدافن للعوامل البيولوجية والطبيعية الموجودة في البيئة، ومما يجعل المخلفات تتغير مع الزمن نتيجة تفاعلها مع هذه العوامل، وقد يكون بعض هذه التغيرات مرفوضًا ومسببًا للأضرار، كما قد تسبب إحداث المشكلات التالية:

- الرشح وتلوث المياه الجوفية.

- تكون وانبعاث غاز الميثان.
- عدم الاحتراق على نحو كامل.
- الاحتياج إلى أن تغلق نهائيًا.

٥-٦-٢ الرشح وتلوث المياه الجوفية: هذه من أخطر المشكلات التي تحدثها المدافن؛ إذ مع اختراق المياه للمخلفات فإنها تذيب المركبات القابلة للإذابة، خاصة من أنواع الكيماويات، وتحملها معها بالأنواع المختلفة من الملوثات، وبعضها من المخلفات العضوية والمتحدة بالمعادن مثال الحديد، الزئبق، الرصاص، الزنك، وغيرها، وخاصة الناتجة عن العبوات المعدنية الصدئة، أو البطاريات الكهربائية المستهلكة والتالفة، وغيرها، والتي يحتمل أن تكون مزودة بأنواع البويات، أو المبيدات، وسوائل التنظيف، أو أحبار ورق الصحف، وغيرها من الكيماويات، أي أن تكون المخلفات مع غياب الحماية والرقابة، فإن تصنف على أنها القمع الموصل مباشرة إلى تجمعات المياه الجوفية.

وحدث في بعض الولايات الأمريكية (فلوريدا) أن التربة غير جافة محتوية على نسب من الماء (الرطوبة)، وحيث إنها مسطحة ولا ترتفع إلا مسافة محدودة جدا فوق سطح البحر، وتحتها طبقة من الحجر الجيري الغارق في المياه الجوفية، ومن ثم كانت النتيجة أن أكثر من عدد ١٥٠ مدفنًا قد أصبح من اللازم تنظيفها جيدًا منعًا لحدوث مخاطر العدوى بالأمراض، وبالتالي احتمال إصابة الأفراد. ومن ثم تحولت جميع المدافن في هذه الولاية إلى أن يتم تبطينها بالوسائل المناسبة من البلاستيك أو البويات؛ لمنع وصول أي رشح من المخلفات إلى المياه الجوفية.

٥-٦-٣ تكوين وانبعاث غاز الميثان: حيث إن نسبة المركبات العضوية تقدر بحوالي ثلثي كمية المخلفات، ومما يعرضها إلى التحلل الطبيعي، ثم عدم وجود أوكسجين مع المخلفات المدفونة، فإنه يحدث لها تحلل لا هوائي، وبالتالي تنتج كميات كبيرة من الغاز الحيوي، والمشتمل على نسبة بحوالي ٧٠٪ من غاز الميثان، والبقية هيدروجين وثاني أوكسيد الكربون، أي يتكون خليط قابل بشدة للاشتعال، ومن المحتمل مع عمق المدفن فمن الممكن أن ينساب الغاز الحي أفقيًا خلال التربة والصخور؛ وصولاً إلى البدرومات في الأبنية، ومن المحتمل أيضًا التسبب في حدوث انفجارات في حالة تجمعه واشتعاله، وقد حدث ذلك في أمريكا لحوالي ٢٠ منزلاً، تقع بعيدًا عن أحد المدافن بمسافة ٣٥٠ مترًا، ومما تسبب في تحطمها بالكامل مع حدوث عدد من الوفيات نتيجة لذلك الانفجار، وإذا ما وصلت هذه الغازات إلى النباتات، فإنها تتسبب في تسمم الجذور وقتل هذه النباتات، إضافة إلى ذلك فإنه يحدث للتربة تآكل وانهيار.

ولذا قامت في عدد من المدن بأمريكا لحل هذه المشكلة بحفر ما عرف بآبار الغاز داخل المداخن القديمة، حيث تلتقط هذه الآبار الغاز ثم يتم تنقيته واستخدامه كوقود، وحاليا يوجد ١٠٢ مدفنًا تجاريًا منتجًا ومستخدمًا للغاز، وأكبرها يقع في مدينة صني ڤال Sunny Vale بولاية كاليفورنيا، والذي ينتج كهرباء تكفي لحوالي ١٠٠.٠٠٠ (مائة ألف) منزل، وفي عام ١٩٩٦ وصل إنتاج المدافن من الطاقة ما يكفي استخدام خمسة ملايين طن من الأخشاب.

٥-٦-٤ عدم الاحتراق على نحو كامل: في العادة فإن مخلفات المدن تقاوم بسبب تركيبتها التحلل الكامل؛ إذ إنها تحتوي أيضًا على بعض البولمرات المنتجة من البترول، والتي لا تستطيع المكروبات أن تؤثر عليها أو تأكلها. وقد تم تطوير البلمرات من البلاستيك القابلة للتحلل من مصادر غير بترولية مثال النشا، السيلولوز، حامض اللاكتيك، فول الصويا وما ينتجه من بروتينات، وخلافها فعلى سبيل المثال قامت شركة باير في ألمانيا بوضع خطط لتسويق بلاستيك قابل للتحلل بنسبة ١٠٠٪، وقائم على تركيبة من الاسترات المتعددة الأميد (Polyester amide). وإذا ما تم صنع فيلم من هذا البلاستيك، فإنه يتحلل على نحو كامل خلال فترة ٧٠ يوم، وذلك طبقا لما ذكرته هذه الشركة، ولكن رغم ذلك فإن هذه الأنواع من البلاستيك لم يتم بعد استخدامها في المنتجات المستهلكة.

هذا وقد قام علماء الآثار في أمريكا بإجراء أبحاث على المدائن القديمة، ومما أظهر أن المواد التي كان من المفترض قابليتها للتحلل، مثال أوراق الصحف والأخشاب وغيرها، قد وجد أنها تتحلل على نحو بطئ للغاية، إن لم يكن على الإطلاق في هذه المدافن. وفي مدفن قديم عمره حوالي ٣٠ عامًا وجد أن أوراق الصحف في حالة صالحة للقراءة، وكذلك أوراق متعددة من أدلة أرقام التليفونات، وسليمة تمامًا، ورغم مرور كل هذه السنوات، وحيث إن الأوراق تشكل قرابة ٤٠٪ من مخلفات المدن، فإن ذلك يعتبر ذا تأثير خطير، ويعزي السبب في حدوث هذا البطء في التحلل سواء للأوراق وغيرها من المخلفات العضوية إلى غياب الكمية الكافية من الرطوبة والتي تساعد على سرعة التحلل، إذ إن زيادة المياه التي تخترق التربة بالترشيح يحسن من تحلل الأوراق على نحو كبير، ولكن يلزم التنبه أنه كلما زاد الترشيح، فإن ذلك يعني المزيد من التلوث بالكيماويات السامة.

٥-٦-٥ الإغلاق النهائي: يتم ضغط المخلفات بشدة وتحللها ولكن يلزم ملاحظة عدم البناء على هذه المدافن، وبذلك فإن الغلق يشكل مشكلة عندما يتم تحويل هذه المساحات إلى ملاعب للكرة أو للجولف؛ نظرًا لما تحدثه مع الوقت من انخفاضات سطحية، وأحيانًا وجود حفر عميقة جدًا، حيث تجمع وتحفظ المياه، وهذه المشكلة تستوجب الرقابة المستمرة، مع الاحتياج إلى المزيد من التغطية في حالة الانخفاض أو عدم ثبات التربة.

٥-٦-٦ تحسين إنشاء المدافن: رجوعًا إلى مشكلات المدافن السابق ذكرها فقد قامت وكالة حماية البيئة في أمريكا بالتحسين فيما سوف يقام من مدافن وطبقا للآتي:

أ- الالتزام بأن يتم إنشاؤها على الأراضي المرتفعة والأعلى من مستوى سطح المياه الجوفية بمسافة كافية وعلى أن يسبق بدء تشغيلها معالجتها بالبلدوزر، ومما يتيح إيجاد مصادر كافية من التربة، وفي ذات الوقت إيجاد مساحة مسطحة وكافية وأعلى من سطح المياه.

ب- يتم معالجة السطح بإيجاد نظام، يمكن من خلاله تجميع المياه التي تم ترشيحها بحيث تنتقل إلى الخارج، ثم يتم بعد ذلك تغطية السطح بفيلم من البلاستيك وعلى عمق قدمين (٦٠سم) من التربة السابق دكها. ثم فوق هذه الطبقة توضع كمية من الحصى وطبقة من الغطاء الأرضي المسامي. وبذلك التصميم فإن أي رشح من الماء سينفذ خلال هذا الغطاء، سيتحرك خلال طبقة الحصى، ثم بعد ذلك إلى طبقة تجميع وإخراج مياه الرشح. هذا ويقوم الفيلم البلاستيك والطمي بمنع ماء الرشح من الوصول إلى المياه الجوفية، ومن الممكن معالجة هذا الماء إذا ما أريد إعادة استخدامه ثانية.

ج- يبدأ في وضع المخلفات طبقة فوق الأخرى مع التغطية بالأتربة، وعلى أن يتم هذا البناء على شكل هرمي. وفي النهاية تتم التغطية الجيدة بالطمي والتربة، ليتم بذلك إقفاله، ومثل هذا التصميم يتم به العزل عن المياه تماما؛ مما يقلل فرصة ترشيح المياه والإقلال من كمياتها.

د- تحاط المساحة بأكملها بعدد من الآبار اللازمة لمراقبة المياه الجوفية، والتي يتم مراقبتها دوريا، ومراجعة أي تغيرات في المياه، ثم تستمر هذه المراقبة إلى ما لا نهاية.

ورغم أن القوانين تنص على حماية المياه الجوفية، فإن ما تم إنشاؤه من أهرامات تحفظ المخلفات الصلبة، سوف تبقى ويستمر لفترات شديدة الطول وعلى نحو يماثل

أهرامات الجيزة، ولكن بالطبع لن تكون مواقع جذب للسياحة، وإذا ما حدث أنها انهارت فإنها ستصنع مخاطر للمياه الجوفية، ومما يستوجب الملاحظة المستمرة، ولذا من المقترح الآن أن يتم الاستفادة بها، سواء لإنشاء ملاعب الجولف أو حتى لحفظ وتربية الحيوانات المتوحشة (حدائق حيوان مفتوحة، والتي يمر المشاهدون في سيارات مغلقة لمشاهدة الحيوانات التي بها) والمشكلة الخطيرة حاليًا إيجاد مساحات كافية لإنشاء مدافن حديثة، وحيث سبق إنشاء مدافن وصلت في مدينة نيويورك إلى حوالي ٢٤٠٠ فدان، ثم تم إقفالها، والآن لا توجد المساحات الكافية لإنشاء مدافن حديثة، وقد تكون مثل هذه المشكلة في مصر قائمة فقط في داخل الدلتا، وإنما على الحواف وبطول الوجه القبلي، فإن الصحراء تحيط بكل المدن، ومن السهل إيجاد مواقع مناسبة لإنشاء هذه المدافن، خاصة مع الارتفاع الشديد في كمية المخلفات، والتي وصلت في أحد المدافن في أمريكا إلى ١٣ ألف طن يوميًّا.

المشكلة الثانية في هذا الصدد، هو أن السكان يرفضون بشدة إقامة هذه المدافن بالقرب من مساكنهم والأحياء التي يعيشون فيها، وكذلك فإن السكان الذين يقيمون بالقرب من المدافن القائمة لديهم دائما القلق من حدوث انهيار لها، إضافة إلى ما يتوقعونه من انبعاث لروائح كريهة، إضافة إلى ما تسببه وسائل النقل الثقيل من مساعدة على انهيارها، وتواجه السلطات في أمريكا عديدًا من مظاهر الرفض وتنظيم المظاهرات لمواجهة إنشاء هذه المدافن في مواقع قريبة من المساكن، ومن ثم طبعت الشعارات التالية:

١ - LULU (Locally Unwanted Land Use) غير مرغوب في استخدام الأراضي المحيطة.

٢ - NIMBY (Not in my backyard) ليس في المساحة الخلفية الخاصة بي.

٣ - NIMTOO (Not in my Term of Office) ليس في حدود مكتبي.

وكلها طرحت في مظاهرات تعبيرًا عن الرفض للمدافن القريبة من المدن، ومما أوجب كذلك عدم نقل أو تصدير المخلفات من ولاية إلى أخرى؛ أي لتدفن في تلك الأخرى بل ضرورة أن تكتفي كل ولاية بمخلفاتها.

٥-٧ حرق المخلفات كمصدر للطاقة:

نظرًا لاحتواء المخلفات على كمية كبيرة من الأنواع العضوية؛ خاصة أنواع البلاستيك، فإنه يمكن اشتعالها، وحاليا يعمل في أمريكا قرابة ١٣٠ وحدة لحرق القمامة، تقوم بالتعامل مع كمية ٣٦ مليون طن سنويًّا.

مزايا الحرق:

١- الحرق يخفض من وزن المخلفات بنسبة ٧٠٪ ومن حجمها بنسبة ٩٠٪ ؛ مما يطيل من فترة استخدام المدافن عند التخلص من بقايا حرق المخلفات.

٢- المواد السامة والخطرة يجري تركيزها في نوعين فقط من كميات الرماد المتخلفة من الحريق؛ هما:

أ- الرماد السريع التطير والذي يتم حجزه من الغازات الناتجة من الحريق، وباستخدام وسائل الرقابة على تلوث الهواء يحتوي هذا الرماد على أغلب كميات المركبات السامة ومن السهل وضعه في مدفن للمخلفات.

ب- الرماد الثقيل في القاع من الفرن، والذي يمكن استخدامه في إعداد الطرق أو أعمال البناء، وبعض وحدات الحريق تستمر في حرق هذا الرماد؛ لاستعادة المعادن منه، ثم الاستفادة بالمتبقي في إقامة الكتل الخرسانية.

٣- لا يوجد احتياج إلى أي تغيير في وسائل جمع المخلفات أو في تصرفات وعادات الأفراد؛ حيث تنقل المخلفات إلى وحدات الحرق بدلاً من المدافن.

٤- تستخدم جميع وحدات الحريق في توليد الكهرباء، والتي يتم بيعها وتعوض بذلك جزءًا من مصروفات التعامل مع المخلفات. والوحدات الحديثة مزودة بوسائل إزالة الغازات من الأحماض وكذلك الجزئيات الدقيقة، وبما يجعل الانبعاثات مطابقة لاشتراطات (EPA)، خاصة عن الهواء النظيف، وأغلب الوحدات مزودة بتكنولوجيات التحكم في منع خروج ملوثات الهواء.

وعند حرق المخلفات مقارنة بالفحم، فإن أغلب الوحدات تتيح استعادة عديد من الخامات المحققة للمكاسب المالية؛ حيث يتم استعادتها سواء قبل أو بعد الحريق، إضافة إلى ما يتم بيعه من كهرباء، فإنها تعوض بعض تكاليف التعامل مع المخلفات، وبذلك فإن هذه التكنولوجيات أفضل اقتصاديًّا وأكثر نجاحًا عند المقارنة بمدافن المخلفات.

ورغم هذه المزايا، فإن هناك بعض النقاط السلبية حول هذه الوحدات للحريق. والتي تشمل الآتي:

١- عدم احتراق المخلفات على نحو نظيف، ورغم تزويدها بوسائل منع تلوث الهواء، فإن مدافن هذه الوحدات تنبعث منها الأدخنة السامة والمحتوية على أكاسيد المعادن والأبخرة والمركبات الخطرة، وأنواع البلاستيك، والتي تشتمل عليها مخلفات المدن.

٢- تكاليف بناء وحدات الحرق وتوليد الكهرباء ذات تكلفة عالية، إضافة إلى أن إيجاد مكان لها أيضا يواجه الرفض ذاته من السكان القريبين منها، أو المحيطين بها، وعلى نحو الحادث مع المدافن.

٣- غالبا ما يتم التخلص من رماد الحريق بكل ما يحتوي عليه من معادن والمركبات الخطرة الأخرى، وبالدفن في أحد المدافن الآمنة، رغم خطورة هذا الرماد.

٤- لمعادلة تكاليف التشغيل فمن اللازم أن تعمل هذه الوحدات على نحو مستمر، وبما يعني استمرارية وصول المخلفات إليها يوميًا، ورجوعًا إلى هذا السبب فإن وحدات الحريق تلجأ إلى عقد اتفاق طويل الأمد مع وحدات الحكم بالمدن، ولكن مثل هذه الاتفاقات تقلل من مرونة التحكم في إدارة المخلفات وتقييدها.

٥- مع قيام الوحدات بإنتاج الكهرباء، فإنه غالبًا ما يتوفر لديها مخلفات سواء من الطاقة أو المواد، إلا إذا اتخذت اللازم نحو إعادة التدوير وإمكانات الاستفادة منها، ويتنافس عدد من هذه الوحدات مباشرة مع إعادة التدوير للمواد القابلة للحريق، مثال أوراق الصحف، وبذلك تشكل عائقًا أمام إعادة التدوير في المدن.

٥-٧-١ كيف تعمل وحدات الحريق:

يلزم أن تقوم وحدات الحريق لخدمة عدد كافٍ من المدن والتجمعات السكانية، بحيث أن تكون بعدد سكان كافٍ، يقدر بأكثر من مليون فرد، وعلى أن يصلها يوميًا قرابة ٣٠٠ طن مخلفات يوميًا، تصلها بالسكك الحديدة أو الشاحنات، وفي أمريكا تتراوح هذه القيمة المدفوعة، من ١٥ دولار على الأقل إلى ١٠٠ دورلار على الأكثر للطن الواحد، ويقدر أن ٨٠٪ من هذه المخلفات ستذهب لوحدات الحرق، و١٢٪ للاستعادة ثانية، و٨٪ ستذهب إلى المدافن.

وفيما يلي توضيح لخطوات هذه الطريقة:

١- يتم الفحص بالنظر للمخلفات الواردة؛ ليتم التأكد من فصل المركبات والمواد القابلة لإعادة التدوير، إضافة إلى المخلفات ذات الأحجام الكبيرة، مثال أنواع الأثاث.

٢- يتم شحن المخلفات بعد الفحص على سيور إلى وحدات القص، والتي تستطيع أن تخفض حجم جزئيات المخلفات إلى أقل من ١٥ سم.

٣- تمرر المخلفات على عدد من المغناطيسات القوية، ومما يتيح إزالة ثلثي المعادن الحديدة من المخلفات.

٤- تدفع المخلفات إلى فرن الحريق، والممر به وفي جدرانه مواسير الماء لتحويلها إلى بخار بالغليان؛ حيث تحترق الجزئيات الخفيفة بالانبعاث في النيران، وتظل المواد الثقيلة باقية على سيور التحرك.

٥- يستمر دوران الماء وتوليد البخار، الذي يدفع إلى عدة توربينات لتوليد الكهرباء.

٦- بعد اكتمال حرق المخلفات، يدفع الرماد الباقي في القاع إلى وحدة التدوير؛ حيث يتم المزيد من فصل المعادن، وما يتيح استعادة النحاس، الألومنيوم، الحديد، والذهب إن وجد، وغيرها، وقد وجد في بعض الوحدات إمكانة استعادة عملات في اليوم الواحد بما يعادل ١٠٠٠ دولار.

٧- الغازات الناتجة من الحريق تمرر خلال وحدة تجفيف وامتصاص، تحتوي على رذاذ من الجير القلوي، ومما يتيح معادلة ثاني أوكسيد الكبريت، وغيرها من الغازات الخطرة والملوثة، ثم بعد ذلك التمرير على وحدات ترسيب تعمل بالكهرباء الاستاتيكية لإزالة جميع الجزئيات، وبذلك يصبح المتخلف الناتج أقل بكثير فيما يحتوي عليه من ملوثات؛ مقارنة بما ينبعث من أي وحدة مماثلة، سواء كانت تعمل بالمقطرات البترولية أو بالفحم.

٨- يتم التخلص من الرماد الطائر أو المترسب في القاع، بالوضع في مدفن للمخلفات. وكمثال على كفاءة استخدام هذه الوحدات، فيتم بمراجعة تشغيلها خلال عام واحد في أمريكا، حيث كانت على هذا النحو:

كمية المخلفات الجاري حرقها	مليون طن
كمية المعادن التي تم استرجاعها	٤٠ ألف طن
كمية الكهرباء التي تم توليدها	٥٧٠ ألف ميجا وات/ ساعة

وهذه المقادير تكافئ ما يزيد عن ٢٥٠ ألف لتر من الوقود السائل، كما أن الكهرباء المتولدة منها تكفي لإنارة ٦٥ ألف وحدة سكنية، وكل هذه المكاسب يحصل عليها من أنواع المخلفات والقمامة التي يلقيها الأفراد.

والمزايا التي تحققها هذه الوحدات تزيد بكثير عما تحققه أنواع المدافن.

٥-٨ إعادة التدوير للمخلفات الصلبة:

إضافة إلى إمكانة إعادة استخدام بعض المخلفات، فإن إعادة التدوير هو حل آخر مؤكد الفائدة لحل مشكلة المخلفات الصلبة.

تنقسم عمليات إعادة التدوير للمخلفات الصلبة إلى عمليتين:

١- المرحلة الأولى لإعادة التدوير؛ حيث يتم إرجاع المخلفات الأصلية بإعادة تصنيعها ثانية لتكون المواد ذاتها، مثال أوراق الصحف لتعود ثانية أوراق صحف.

٢- المرحلة الثانية لإعادة التدوير؛ حيث يتم صنع مواد أخرى مختلفة، والتي من الممكن إعادة تدويرها مثال صنع أوراق الكارتون من أوراق الصحف.

هذا ومن الممكن إعادة تدوير حوالي نسبة ٧٥٪ من مخلفات المدن.

ومن أكثر الأصناف الممكن إعادة تدويرها: أنواع العبوات (ألمنيوم، صلب)، الزجاجات والأوعية البلاستيك، ورق الصحف، المنسوجات المختلفة. وهناك عدة بدائل لعلميات إعادة التشغيل لعديد من المكونات المستغنى عنها، وغالبًا ما يصل الأفراد إلى أفكار جديدة وكذلك طرق مستحدثة عند تدوير المخلفات.

والتكنولوجيات الأساسية المستخدمة مع النسب؛ مما يتم استعادته من إعادة التدوير، على النحو التالي:

١- **الورق**: يمكن إعادة استرجاع نسبة ٤١٪ بإعادة التشغيل والتحويل إلى لب ورق والتي تشمل الورق، الكارتون، وغيرها من المنتجات الورقية، ثم في النهاية حفظها وتسويقها بالبيع كمواد سيلولوزية للاستخدام في العزل الحراري، أو بالطحن والتجميع.

٢- **الزجاج**: يمكن إعادة استرجاع نسبة ٢٦٪، بالطحن وإعادة الصهر وإنتاج أنواع جديدة من العبوات، أو بالطحن والاستخدام كبديل عن الرمل والحصى في مواد البناء، سواء لإنتاج الخرسانة أو الأسفلت.

٣- **بعض أنواع وأشكال البلاستيك**: يمكن إعادة استرجاع نسبة ٥٠٤٪ بإعادة الصهر ثم التشكيل في أنواع من السجاد والأغطية للحماية الخارجية، أو لوحدات الصرف لمياه الري، أو الألواح من البلاستيك.

٤- **المعادن**: يمكن إعادة الصهر والتشكيل؛ فالألمنيوم (يمكن استرجاع نسبة ٣٥٪ من الألمنيوم المتخلف)؛ مما يوفر ٩٠٪ من الطاقة اللازمة للإنتاج إذا ما أريد استعمال ألمونيوم جديد لم يسبق استخدامه أو تشكيله، وبقية المعادن ذات أهمية كبيرة اقتصاديًا، وعلى النحو الجاري في أمريكا. وإعادة التدوير للمعادن ليس فقط موفرًا للطاقة بل أيضًا يتيح إيجاد عديد من الوظائف وفرص العمل، مع الإقلال من تكاليف الإنتاج؛ مما يحقق مكاسب اقتصادية.

٥- **مخلفات الأطعمة والأنسجة**: أوراق النباتات، الحشائش، النباتات، وحيث يقدر إمكانية استرجاع نسبة ٣٩٪ ، والتي يمكن استخدامها في إنتاج وسائل حماية التربة.

٦- **المنسوجات**: يمكن استرجاع نسبة ١٢٪، بالقص والاستخدام مع منتجات الورق المعاد تدويره.

٧- **الإطارات القديمة**: يمكن استرجاع نسبة ١٩٪ بإعادة تدويرها أو قصها وإدخالها مع الأسمنت لرصف الطرق السريعة، أو بالحرق في الوحدات الخاصة لإنتاج البخار أو الطاقة.

وإعادة التدوير من الأساسيات لحماية البيئة وتحقيق الاقتصاديات، وعديد من الأفراد يتحفزون لإعادة التدوير لما يحققه من تحسين للبيئة، ولكن الأهم هو ما يحققه إعادة التدوير من مكاسب اقتصادية متعددة.

٥-٩ الإدارة المتكاملة للمخلفات الصلبة:

لا يوجد احتياج إلى أن تستخدم طريقة واحدة لتداول المخلفات؛ فمن الممكن خفض الكمية من المصدر أو استخدام المخلفات لتوليد الطاقة، أو إعادة التدوير، أو إيجاد وسائل الاستعادة، أو إنشاء المدافن، أو بالخلط مع مكونات أخرى، وجميعها طرق تصلح مع التصرف في أنواع المخلفات. ومن الممكن استخدام أكثر من هذه الطرق معًا وفي المواقع المختلفة داخل البلد ذاته، ولكن يوجد نظام متعدد البدائل في الوقت ذاته، وهو ما يطلق عليه تعبير الإدارة المتكاملة للمخلفات. وإذا ما تم أخذ مثال من مخلفات المدن والاختيارات المطروحة أمامها، فمن الممكن التوصل إلى تطوير عدد من التوصيات التي تصنع مفهومًا بيئيًا في اتجاه التحرك نحو اتجاه مساند ومؤيد.

٥-٩-١ خفض كميات المخلفات:

عديد من المراقبين يطلقون على أمريكا في القرن العشرين تعبير المجتمع، الذي يقذف بعيدا (Throw away society)، وقد يستحق المواطن الأمريكي ذلك اللقب مقارنة ببقية العالم، حيث إنه الأعلى في إنتاج ما يقوم بقذفه من مخلفات، ولكن كذلك هو الأعلى فيما يتم استهلاكه من طاقة، والسؤال كيف يستطيع أن يحقق ذلك؟ وتبدأ الإدارة الحقيقية للمخلفات الصلبة من داخل المنزل الأمريكي، وأسلوب المعيشة المعتمد على وفرة الاستخدام لمختلف المواد، وبما يعني زيادة معدلات الاستهلاك والذي يحدث في مختلف المنازل، ومما يؤدي إلى أن يتم قذف عديد من المخلفات التي لم يعد هناك احتياج لها، وبذلك فإن بعض الذين يراقبون تلك التصرفات يصفونها على أنها مرض نفسي، يسمونه مرض الوفرة (Affluenza)، والذي ينحو إلى المزيد والمزيد من الاستهلاكات، وتعدد مرات الشراء، مع سهولة الدفع باستخدام كروت الائتمان، خاصة عندما يكون الفرد مصابًا بالزهق أو الاكتئاب، فإن عمليات الشراء تزداد، وينعكس ذلك بالطبع ينعكس ذلك على زيادة كميات المخلفات.

وقد استدعت تلك التصرفات إلى أن تسعى الحكومة إلى تشجيع اللازم لخفض كميات المخلفات، ومن ثم وضع ما عرف بمسمى الخطة الإجرائية العالمية، والتي تم تصميمها؛ من أجل أن يتيح الأفراد لأنفسهم طرق حياتهم، ومما حقق للعائلات المشاركة في تلك الخطة تحقيق خفض بحدود ٤٢٪ أقل من المخلفات لما يستهلكونه، كذلك أبدت الحكومة إعطاء حوافز وفرص للهيئات والعمليات الجارية؛ للقيام بكل ما يستطيعون القيام به، وبما يحقق خفض كميات المخلفات لما يستهلكه كل فرد، وعلى سبيل المثال قامت (EPA) بوضع ومراقبة برنامج المخلفات الذكية والهادف إلى أن يتم خفض كميات المخلفات بإسهام ومشاركة الحكومات المحلية والهيئات، وأيضًا الشركات العالمية متعددة الجنسيات،وبما جعل الإسهام التطوعي يسمح بأن يسعى كل منها إلى برامج الخفض، ومع استمرار ذلك فقد تحقق في عام ١٩٩٧ خفض كمية تقدر بحوالي ٨١٦ ألف طن من المخلفات، مع خفض المصروفات والتكاليف بمقدار ٨٦ مليون دولار، وكذلك القيام بشراء المخلفات والمنتجات المعاد تدويرها بمبلغ وصل إلى ٣ ملايين دولار.

كذلك تم إجراء مهم، وأدى إلى نتائج جيدة، فبدلاً من تحميل المواطنين بضرائب مقابل قيام الحكومة بتجميع المخلفات وإلقائها والتخلص منها، فقد تم التعديل بأن يتم إعطاء حافز بحدود دولار واحد وأكثر مقابل قيام المواطنين بوضع القمامة في أكياس ثم أوعية مخصصة لذلك، وموزعة في جميع الأركان، مما حقق خفضًا في

الكميات المجمعة وصل إلى حدود ٤٥٪، هذا مع زيادة ما يتم إعادة تدويره من ٢٤٪ إلى ٤٨٪ (أي الضعف).

كذلك قيام شركات الحاسبات بالاعتماد على الوسائل الإلكترونية لتبادل الرسائل والمطبوعات وخلافه، بدلاً من طبعها على أوراق؛ مما قلل من كميات الورق التي تصل إلى صناديق المخلفات.

التعديل في كيفية إلقاء المخلفات:

مع حتمية قيام الجميع بإلقاء المخلفات، فلابد من إيجاد عدد من الأساليب للتحكم في كيفية التعامل مع هذه المخلفات، سواء بخفض الكمية أو إعادة للاستخدام أو التدوير أو الاستخدام في توليد الطاقة، وغيرها، وقد تحقق في السنوات الأخيرة زيادة النسبة المستخدمة في توليد الطاقة مع خفض فيما يتم إرساله إلى المدافن، ومع الزيادة المستمرة فيما يتم إعادة تدويره.

ومن المهم التعامل مع الزيادات اللازمة؛ لإيجاد مدافن جديدة ووحدات الحرق لتوليد الكهرباء، والمدافن لازال يوجد احتياج إليها، وحيث إن التطور في المدافن المقامة حديثًا قد سعى إلى إطالة فترات استخدامها. وإن كان يعترض ذلك المسافات الطويلة اللازمة قطعها، سواء بالشاحنات أو السكك الحديدة؛ ولذا من اللازم التقيد عند إنشاء المدافن الجديدة بكافة الاشتراطات اللازمة لعدم إيجاد مشكلات، مثال تلك التي كانت قائمة في المدافن القديمة؛ خاصة من حيث التبطين للقاع بالوسائل المناسبة، مع جمع أي مياه تتسرب منها، والاحتياط لعدم وصولها إلى المياه الجوفية، وبالمراقبة والتحليل المستمرين لهذه المياه الجوفية، وإيجاد الكيفية والوسائل لجمع ما ينتج من الغاز الحيوي، وكفاءة الإغلاق عند الامتلاء، وعند تنفيذ هذه الاشتراطات فإن المدافن لن تكون من المخاطر الصحية، ومع حسن الاختيار لمواقع المدافن؛ بحيث تسمح في المستقبل لأن تكون موقع جذب وملاعب يستفاد منها. ويقلل توليد الطاقة الكهربائية من المخلفات من مسببات المخاطر الصحية بالمخلفات، وهذه الطريقة من أفضل الطرق للاستفادة من مخاليط المخلفات والتي لا تصلح لإعادة التدوير، حيث إن أغلبها مصدر للكهرباء، والمعادن يتم استعادتها، مع خفض كبير في أحجام وكميات المخلفات.

٥-٩-٢ إعادة التدوير وإعادة الاستخدام:

مما لا شــك أن إعادة التدوير مهمة، ويزداد استخدامه في المستقبل، ورغم ذلــك لا يكــون وسيلة لتحقيق خفض المخلفات أو إعــادة الاســتخدام، ويجـرى الاهتمام حاليًا بالاتجاه إلى إيجاد منتجـات أطـول اسـتخدام، مـع إيجـاد الفـرص للمزيـد مـن استخدامها.

وعديد من الولايات في أمريكا أصدرت القـوانين المنظمـة لإعـادة الاسـتخدام، بحيث ان الدعم الحكومي يستلزم أن يتم إعـادة التـدوير لنسبة مـن المخلفـات، وفي فترات زمنية محددة، وبحيث وصلت في بعض الولايات إلى أن يتم ذلك لنسبة حـوالي ٤٦٪ في عام ٢٠٠٠.

هذا ومنع إلقاء ما يمكن إعادة تدويره في المـدافن، أو دفعـه إلى وحـدات الحـرق حقق معنى مهمًا وحيدًا، ومما دفع إلى أن يكون ذلك ضمن البرامج الموضوعة للتعامل مع المخلفات، وعلى أن يتم دوريًا دفع المزيد من أنواع مكونـات المخلفـات إلى إعـادة التدوير، بدءًا من المنسوجات ثم المعادن ثم الزجاجات وأخيرًا البلاستيك.

وكذلك أدى إلى قيام مسئولي المـدافن ووحـدات الحريـق إلى رفـض وإعـادة أي مشحونات، تصل إليها، وتحتوي على الكثير من المكونات التي يمكن إعادة تدويرها. كذلك حقق نجاح إعادة استخدام العبوات، وقلل من احتواء المخلفات عليها.

ومما دفع الحكومات إلى التشجيع والدعم لعمليات إعادة التدوير، أن يتم اختيـار واحد أو أكثر من الأساليب التالية:

١- الخفض من معدلات الاستهلاك من أوراق الصحف والعبوات الزجاجية.

٢- تشجيع شراء المنتجات المعاد تدويرها، حتى ولو كانت تزيد قليلاً في الـثمن عـن الجديدة.

٣- الـدفع إلى أن يكـون المـستخدم في وسـائل التعبئـة مـن الأنـواع الممكـن إعـادة استخدامها أو إعادة تدويرها.

٤- إيجاد خفض في الضرائب أو وضع الحوافز؛ مما يشجع عـلى اسـتخدام المنتجـات المعاد تدويرها في الأعمال الإنتاجية أو المشروعات الجديدة.

٥- المساعدة في تطوير الأسواق للمنتجات المعاد تدويرها.



٦- تلوث التربة:

كثيرًا لا يلتفت إلى تلوث التربة، ذلك أن التربة غالبًا ما تكون غير نظيفة، ولكن التربة مادة حيوية وأساسية؛ ذلك إنها التي تمد الإنسان بالمنتجات الزراعية، ولسوء الحظ فإن نشاطات الإنسان أحيانًا تجعل التربة تنهار على نحو أو آخر، من فقدان ما تحتوي عليه من المركبات المغذية والأسمدة، أو من التحول في صفاتها وخواصها، ولتلوثها بالمركبات السامة أو حتى لفقدان التربة ذاتها، أو تدميرها، وهناك عديد من أنواع التربة الزراعية التي تم غسلها أو تطيرها. ومن خلال التآكل فإنها لم تعد بعد صالحة للزراعة، وفي بعض الأماكن الشديدة الجفاف فإن هذه التربة الزراعية قد تتحول إلى صحراء؛ خاصة مع رعي الأغنام والحيوانات آكلة العشب. وعلى نحو متزايد وغيرها من الأنشطة، التي تزيد عما يتوافير للتربة من إمكانات وطاقات، وفي المناطق الاستوائية التي تحولت لتكون زراعية بعد قطع ما كان عليها من غابات، فإنه بعد فترة قصيرة تترك مهجورة وغير معتنى بها، ومما يعني نهايتها. وبذلك، فإن تدمير التربة يعني مشكلة حقيقية لما تحدثه من تأثيرات وضغوط على توفير الطعام للبشر في المستقبل.

٦-١ التأثيرات والتغيرات للتربة:

يوجد عديد من العوامل والمسببات التي تصنع التربة، والتي تتمثل فيما يحدث من التغيرات الكيميائية تحت تأثير العوامل والظروف الجوية، إضافة إلى التأثيرات التالية:

١- **تحلل الصخور** تحت تأثيرات درجة الحرارة، الرياح، الماء، تآكل الثلوج أو التجمد، والتي بعضها له التأثير على حمل نواتج التغيرات المناخية إلى الأماكن الأخرى. ويزيد من حدة التغيرات الجزئيات المتكونة ذات المساحات السطحية الكبيرة نسبيًا، مما يزيد بالتالي من مقدار التأثير بالعمليات الجوية

٢- **التفاعلات الكيميائية مع الماء**، والتي تشمل الاتحاد بالماء، والتحلل بالماء. ومن أمثلة الاتحاد مع الماء ما يحدث لأكاسيد الحديد طبقا للمعادلة التالية:

$$2Fe_2O_3 + 3H_2O \longrightarrow 2Fe_2O_3 \quad 3H_2O$$

مركب ليمونيت ⟵ مركب الهياتيت

إذ يكون مركب حديد الليمونيت ناتجًا عن اتحاد مركب الهياتيت بالماء، أما تفاعل التحلل بالماء فإنه أكثر تعقيدًا، حيث يحدث تغير كبير في المركب الداخل في التفاعل، مثال الآتي:

$$KALSI_3O_8 + H_2O \longrightarrow HALSI_3O_8 + K^+ + OH^-$$

مركب ميكروسلين

مما يعني أن ذلك التفاعل ينتج عنه أيونات موجبة (K^+) من صخور ميكروسلين.

٣- **التفاعل مع الأحماض**، خاصة مع حمض الكاربونيك، مثال الآتي:

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \longrightarrow Ca\,(HCO_3)_2$$

الحجر الجيري

وبذلك ينتج عن الحجر الجيري غير القابل للذوبان في الماء مركب الكالسيوم كاربونيك القابل للذوبان في الماء.

وكذلك تفاعل مركب انورثيت مع ايون الهيدروجين والماء، مكونًا لمركب كاولونيت وايونات الكالسيوم، طبقًا للمعادلة التالية:

$$CaAL_2SIO_8 + 2H^+ + H_2O \longrightarrow AL_2SI_2O_5(OH)_4$$

مركب انورثيت   مركب كاولونيت

٤- **تفاعلات الأكسدة**: وتحدث تفاعلات الأكسدة مع المركبات ذات السهولة والنقل للأكسدة، مثال التفعال الآتي:

$$12\,Mg\ FeSIo_4 + 8\,H_2O + 3\,O_2 \longrightarrow$$

مركب اوليفين

$$4\,Mg_3\,SI_2\,O_5\,(OH)_4 + 4\,SIO_2 + 6\,Fe_2O_3$$

مركب سيرينين

٥- **التأثيرات البيلوجية**: والتي تحدث تحت تأثير أنواع البكتريا الموجودة في التربة مع جذور النباتات ومع المركبات الناتجة من هذه الجذور، مثال ما يحدث في دورة النيتروجين، وما ينتج من مركبات يحدد درجة تركيز ايون الهيدروجين في التربة (pH)، وبالتالي درجة الذوبان أو النتح الحادثة بالتربة.

لكن جميع ما يحدث من تفاعلات يعتمد - بالأساس - على تركيبات الصخور الداخلة في التفاعلات وعلى الظروف البيئية المحيطة؛ فالصخور المحتوية على نسب مرتفعة من السيلكون، أي التي تحتوي على نسبة مرتفعة من روابط السيلكون مع الأوكسجين (SiO) يكون لها الثبات الكيميائي الأعلى؛ نظرًا لما تحققه هذه الرابطة من

طاقة مرتفعة، بينما تكون الصخور النارية الناتجة من تأثيرات الحرارة والضغط المرتفعين ويجعلها في حالة انصهار، فإنها تكون الأكثر نشاطًا وتفاعلاً تحت الظروف الجوية، مثال الصخور النارية المحتوية على عنصري المغانسيوم والحديد، مما نتج معه مركبات مغنسيوم وسليكات ذائبة، مع أيدروكسيد أوكسيد الحديد FeO(OH) غير القابل للذوبان، وهناك أمثلة أخرى كثيرة.

٦-٢ تلويث التربة بالماء الملوث:

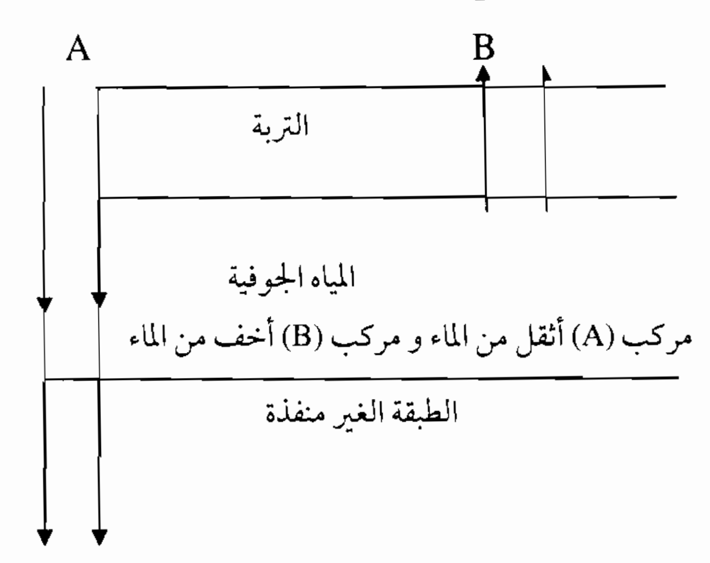
تتلوث التربة بالأساس بالماء الحامل للملوثات والداخل إلى التربة، ومما يسقط عليها من ماء أو من التسرب، أو النتح أو بقايا العمليات الصناعية أو الأنشطة البشرية، إضافة إلى ما يحدث للخزانات من شقوق أو كسور، وبذلك ينتشر التلوث في التربة من خلال الماء الموجود بها، وغالبًا ما يكون التلوث في صورة سوائل غير قابلة للذوبان في الماء، وأحيانًا على نحو أقل من خلال التطاير والتبخر في طبقات التربة، ووقد تكون الملوثات القابلة للذوبان في الماء مركبات عضوية أو غير عضوية. وطالما كانت ذائبة في الماء، فإنها تسير مع حركة الماء في التربة، لكن بالطبع ليس بالسرعة ذاتها في السريان؛ حيث إن امتصاص مكونات التربة لها يبطئ من سريانها وذلك لمعدل الامتصاص ولنسب التركيز في الماء أو في التربة. ولكن كذلك ما يحدث لهذه الملوثات من سريان في المياه الجوفية وانتشارها أو تشتتها على نحو غير متجانس أو منتظم، وبالطبع، فإن تركيز الملوثات يقل كلما زادت المسافة عن مصدر التلوث، نتيجة لما يحدث من امتصاص وانتشار. وبالطبع ستبقى بعض الملوثات دون انتشار، ومما سوف يستغرق وقتًا طويلاً حتى تخرج الملوثات من التربة، وربما مع سقوط الأمطار، فإن ماء المطر يساعد على حملها إلى داخل التربة، وأيضًا إلى المياه الجوفية.

أما الملوثات غير الذائبة في الماء فإن وزنها النوعي ومركباتها أثقل أو أخف من الماء سوف يحكم مقدار انتشارها وتوزيعها داخل التربة؛ فالمركبات الأخف سوف تطفو على سطح المياه الجوفية، وتصل إلى سطح التربة، بينما المركبات الأثقل سوف تخترق المياه الجوفية لتصل إلى أعماق التربة، وحتى الطبقة الصخرية غير المنفذة لها، وذلك كما يوضحه الشكل (٥).

ومما يعني سواء كانت الملوثات طافية على المياه الجوفية أو في أعماقها، فإن ذلك يعني تلوث المياه الجوفية، مع احتمال ذوبان الملوثات بها؛ خاصة مع إمكانة نفاذ المركبات الأثقل من الماء، من خلال الثقوب والشقوق والشعيرات، التي بالطبقة غير المنفذة، ولتبقى طويلا بداخلها، وكذلك مع احتمال حدوث تبخير للملوث الأخف من الماء في طبقات التربة.

شكل (٥)

توضيح لانتشار المركبات غير الذائبة في الماء



بذلك يلزم مع حدوث التلوث للتربة أن يتم معالجة هذه التربة، لمنع المزيد من انتشار الملوثات في طبقاتها، واستعادة التربة لتكون آمنة وصالحة للزراعة.

٦-٢-١ طرق معالجة التربة الملوثة: تشمل الطرق والوسائل التالية:

١- حفر آبار ودفع الماء الملوث إليها، ثم استعادته خارج التربة، وذلك يقلل من تركيز الملوثات، مع استمرار ضخ الماء إلى الخارج. ولكن مع استمرار تلك العملية، فإن مستوى الماء يعود إلى الارتفاع، حاملاً معه المتبقي من الملوثات، وبذلك تكون هذه الطريقة بطيئة وغير فعالة.

٢- استخدام أنواع من سوائل المنظفات الصناعية في التربة؛ للمساعدة على إخراج المواد العضوية، ومما يجعل هذه الطريقة أسرع وأكثر فعالية.

٣- فصل المركبات القابلة للتطاير من الملوثات، بإمرار الهواء في التربة ومن خلال حفر عدد من الثقوب بها، ويساعد في ذلك الاستعانة بدفع البخار أو تسخين الهواء. ولكن قد لا تساعد تلك الطريقة على التخلص من جميع الملوثات، أو على الأقل تقلل من تركيزاتها، وربما إلى الحد الآمن، مع الإقلال من مساحات انتشار الملوثات وتركيزاتها، ولكن قد تساعد أيضًا على نشر ما تبقى من الملوثات في مختلف الاتجاهات.

٤- حقن التربة بمركبات قابلة للتفاعل مع الملوثات وتثبيت تركيباتها، وإبطال تأثيراتها، مثال حقن الأسمنت أو الجير.

٥- إدخال أقطاب كهربائية وإمرار تيار؛ مما يساعد على صهر التربة وإذابتها، ويحلل كذلك بعض الملوثات أو يحتفظ ببعضها في صورة الرواسب المتبقية بعد الإذابة.

٦- الاستفادة من المركبات ذات التأثير غير المؤذي على البيئة في التفاعل مع أنواع الملوثات، سواء العضوية أو غير العضوية، مثال الحديد، الزنك، القصدير، ومن خلال الوضع في أماكن توقف المياه الجوفية، مثال تفاعل بعض مركبات الكلور العضوية مع الحديد طبقًا للمعادلة التالية:

$$Fe + RCl = H^{+} \longrightarrow Fe^{2+} + RH + CL^{-}$$

بذلك تكون النتيجة أكثر أمانًا وأقل في السمية والتأثير على البيئة.

كذلك يعكس التعامل في بعض أنواع الأصباغ والمبيدات، مثال عنصر الكروميوم؛ ليختزل إلى صورة أقل خطورة وأبطأ في السريان.

٧- غسيل التربة جيدا بالمحاليل المناسبة.

٨- حرق الملوثات العضوية بالتسخين.

٩- التحلل بالبكتريا؛ حيث تلقى حاليا تلك الطريقة المزيد من الاهتمام، مع إجراء أعمال البحث والتطوير وإعداد البكتريا بالمركبات المغذية، وكذلك استخدام البكتريا لتكوين مركبات أقل في الخطورة أو قابلة للتحلل البيولوجي.

١٠- استخدام النباتات ذات المقدرة على اخذ أيونات المعادن، مثال: النحاس، النيكل، الرصاص، السلينيم، مع تركز هذه الأيونات في الرماد عند الحرق، وهذه الطريقة مناسبة إذا كان تلوث التربة في الطبقة العليا (سطح التربة).

إن معالجة التربة الملوثة مجال واسع ويزداد نموًّا مع وجود عديد من الدراسات والبحوث الجارية في مجالاته، ولكن اختيار أفضلها يعتمد على نوع الملوث والطريقة المفضلة لحل المشكلة، ومع المضي في تلك البحوث فمن المتوقع التوصل إلى طرق أكثر فاعلية وأنسب اقتصاديًّا.

٦-٢ التلوث بمركب الأسبيتوس: الأسبيتوس تركيب من سيلكات الألمنيوم، ويوجد في صورة بلورات على شكل ألياف ذات متانة ومرونة، وجميعها قائمة على الشكل الرباعي لبلورات (SIO_4).

والأسبوتس غير نشط كيميائيا ولكن وصول الأتربة والألياف إلى الجهاز التنفسي، مسبب أساسي وخطير لإحداث سرطان الرئة، إذ إن التعرض لها سواء خلال الاستخراج أو الإنتاج أو التشغيل في عمليات العزل، يسبب الإستثارة

بالجزئيات والجسميات ذات شكل القضبان، والتي يتراوح حجمها بين ٢ إلى ٢٠ ميكروميتر؛ مما يسبب الإصابة بأنواع مختلفة من السرطانات.

٦-٤ التلوث بالفطريات:

الفطريات كائنات مجهرية هوائية، لذلك تكثر في الطبقة السطحية من التربة، وقد توجد على صورة جراثيم وبأعداد تصل إلى قرابة ٥٠٠ في كل جرام من التربة، كما تكثر مع ارتفاع درجة حموضة التربة أو رطوبتها، ولها دور فعال في تحلل المركبات العضوية المعقدة، مثال السيلولوز واللجنين، كما تساعد في تجميع حبيبات التربة، وتساعد بعض الفطريات على نمو جذور التربة حيث تيسر الحصول على الفوسفات، وتتغذى الفطريات على الماء مثل الشعيرات الجذرية، كما تحصل من النباتات على احتياجاتها من الكربوهيدرات والفيتامينات.

ومن أنواع الفطريات وحيدة الخلية ما يعرف بالخمائر؛ حيث تنتشر في معظم الأراضي، خاصة المراعي والغابات، ولكن بدرجة أقل من انتشار البكتريا.

٦-٥ التلوث بالمبيدات:

تصل المبيدات إلى التربة إما بالطرق المباشرة من الرش، التعفير، التدخين، أو الوضع بجوار النباتات أثناء نموها أو عند زراعتها، كذلك بالطرق غير المباشرة، من تساقط، وتقليب المخلفات أو باستخدام تقاوي ملوثة بالمبيدات. والمبيدات ملوثات يمكن أن تكون نافعة أو ضارة، فإذا قامت بحماية المحاصيل، والحيوانات الأليفة، من الأمراض أو التلف، وتعاملت مع الحشرات المسببة للأمراض والأوبئة (ملاريا، طاعون)، فإنها بذلك تكون نافعة ومهمة. أما إذا كانت سامة ومسببة للمشكلات والأمراض مثال إصابات الكبد أو السرطان أو التأثير على الجهاز العصبي، فإنها تكون ضارة. ومن المهم التأكيد على أن تكرار استعمالها لعديد من المرات قد يؤدي إلى إيجاد حشرات ذات مقاومة لها، وأحيانًا لنمو نباتات ذات مقاومة منخفضة.

وقد أدى الاستعمال غير المنتظم للمبيدات إلى اختلال خطير في النظم البيئية من هواء وماء وتربة، كما أدى إلى تغيرات كبيرة وملحوظة. إذ إن المبيدات تتميز بالبطء في تفككها وتراكمها في تكوينات وأجسام النباتات والحيوانات، ومما يحقق الوصول إلى الأفراد عندما يتغذى عليها، ومن الثابت وجود آثار للمبيدات في ألبان الأمهات المرضعات، وكذلك في عظام وأجسام الأطفال حديثي الولادة، وكذلك قد تؤثر المبيدات على كثير من الكائنات المفيدة، والتي تسهم في تكامل عناصر البيئة، مثال الطيور أو النحل وغيرها من أساسيات التوازن البيئي.

هذا ومن التأثيرات السلبية للمبيدات الآتي:

١- **التأثير على النباتات:** إعاقة وخفض التمثيل الضوئي كنتيجة لتغير لون أوراق النباتات من الأخضر إلى البني، وأحيانا الأصفر. كما تتسبب أحيانًا في تساقط أوراق النباتات والأشجار، كذلك فإن بعض المبيدات تحدث خللاً في انقسام الخلايا اللحائية الخشبية؛ مما يؤدي إلى توقف النقل والاستفادة بالمواد الغذائية، وبالتالي حدوث الأضرار الشديدة بالنباتات.

٢- **التأثير على الأسماك والطيور والحشرات:** للمبيدات خاصية التراكم والتجمع في أعضاء وأنسجة الكائنات الحية المختلفة، ويكون ذلك بتركيزات متزايدة، ثم عبر السلسلة الغذائية تصل إلى الإنسان، ومما يعني الأضرار الجسيمة سواء الصحية ، أو البيئية.

كما أن أنواع المبيدات لا تفرق بين الكائنات أو الحشرات النافعة عن الضارة؛ مما يعني التأثيرات السامة على الجميع، ويؤدي إلى الخلل في التوازن البيئي.

كذلك فإن القضاء على الحشرات النافعة، ذات الدور الفعال في القضاء على الحشرات الضارة يعني زيادة انتشار وتأثيرات الحشرات الضارة، وكما يحدث في بعض أنواع الفاكهة مثال التفاح.

ومن المهم ذكر أن للمبيدات دورًا في القضاء على النحل؛ مما يعني خسارة اقتصادية كبيرة.

٣- **التأثير على الأفراد:** تتسبب المبيدات في الإصابة بالأمراض المختلفة مثال الفشل الكلوي والكبد وكذلك الجهاز العصبي؛ مما قد يؤدي إلى حدوث الشلل الكامل، إضافة إلى الأمراض السرطانية (مثال سرطان الكبد).

٦-٥-١ أنواع المبيدات:

قد تكون المبيدات عضوية (مثال المضادات الحيوية)، وغير عضوية (كبريتات النحاس، كلوريد الزئبق)، وأغلب المركبات العضوية من أنواع العطريات يدخل في تركيبها الهالوجينات أو الكبريت أو الفوسفور أو النيتروجين، وقد تكون بتركيبات من الاستراك أو متصلة مع الكربون الرباعي التكافؤ، مما يؤدي إلى التفاوت في درجة تأثيرها طبقا لنوع المادة الفعالة.

وقد تكون المبيدات من أنواع السوائل أو الغازات (أيروسولات) أو المساحيق الجافة، حيث يختلف تأثيرها الفعال على الكائنات، على النحو التالي:

- المبيدات القاتلة.

- المبيدات المعوقة لنمو الكائنات الدقيقة (البكتريا).
- المبيدات الفطرية (للقضاء على الفطريات)
- مبيدات الحشائش.
- مبيدات الحشرات، سواء بإصابتها بالعقم أو الطرد وغيرها من التأثيرات.
- المبيدات القاتلة للقواقع المائية.
- مبيدات القوارض.
- المبيدات القاتلة للزواحف.
- معقمات التربة (النماتودا).
- مبيدات الطيور أو الطاردة لها.

ومن أنواع المبيدات أيضا منظمات النمو للنباتات وأنواع الهرمونات، وتشمل مسرعات الأزهار، موانع تساقط الثمار، وأيضا مثبطات النمو أو مسقطات الأوراق.

ومن المهم مع استخدام المبيدات، تحديد الفترة اللازمة؛ لكي يتحلل المبيد إذ إن لذلك فوائد تطبيقية كبيرة، وتشمل نسبة التحلل إلى حدود تزيد عن ٧٥٪ وقد تصل إلى ١٠٠٪، وقد يكون ذلك التحلل مطلوبًا في بعض الظروف، أو غير مرغوب في ظروف أخرى، خاصة عند تراكم المبيدات الشديدة المقاومة للتحلل، وتصل إلى أعلاف الحيوانات، أو تلوث مياه الترع والمصارف مما يحدث آثارًا صحية، وأحيانًا قد يكون ذلك مفيدًا للتخلص من الحشائش لفترات طويلة.

والمبيدات من العطريات؛ خاصة مع وجود الهالوجنات ، الكبريبات، النيترات، الأثرات، فإنها تكون مقاومة للتحلل البيولوجي.

وهناك أمثلة واضحة على دور التركيب الكيميائي للمبيد في جعله أكثر أو أقل قابلية للتحلل الميكروبي، مثال الآتي:

- مركب ثنائي كلورونيترو بنزول، والذي يتميز بأنه شديد المقاومة للتحلل، ولكن عندما يتحول إلى مركب أحادي كلورونيترو بنزول، يكون أقل مقاومة للتحلل الكيماوي.
- مركب ميتا كلوروفينول، الذي يتميز بأنه شديد المقاومة للتحلل، عندما يتحول إلى مركبو أورثو كلوروفينول أو مركب باراكلوروفينول، وكلاهما أقل مقاومة للتحلل.

كذلك فإن وجود المبيدات في ظروف لا هوائية يطيل من فترة بقائها ومقاومتها للتحلل؛ إذ إن الإنزيمات التي تقوم بالتحلل، تحتاج إلى أوكسجين حتى تؤدي فاعليتها.

ويلعب نوع التربة دورًا فعالاً في تحلل المبيدات؛ إذ إن التربة السوداء الثقيلة تحدث امتصاصًا للمبيدات على غرويات هذه التربة، وبالتالي يقلل من قدرة الميكروبات على تحلله، وذلك بعكس ما يحدث في التربة الرملية أو الترابية؛ حيث تزيد بها المقدرة على التحلل. كذلك تؤثر العوامل المحيطة بالتربة من فاعلية تلك المبيدات بها، وعلى نحو تحلل بيولوجي، مثال الآتي:

- **التحلل الضوئي**: خاصة بالأشعة فوق البنفسجية، وهذا يحدث في الطبقة السطحية من التربة.
- **التفاعل الكيماوي**: مع بعض المواد العضوية أو المعدنية الموجودة في التربة، ومما يحدث عمليات أكسدة أو اختزال أو تحلل مائي، فمثلا الكاربونات، كبريتورات الحديد ، المنجنيز، الكوبالت تحدث أكسدة أو اختزالاً، وكذلك أيونات النحاس عند تفاعلها مع المبيدات الفوسفورية إذ تحدث لها تحللاً مائيًا.
- **التطاير (Volatilization)**: إذا كانت المبيدات سهلة التطاير، وبالتالي يحدث لها التحلل ولكن بسرعات بطيئة.
- **التسرب**: من التربة أو عند غسيل التربة.
- **الادمصاص**: على غرويات التربة (مقاومة التربة الطينية الأبطأ في التحلل، مقارنة بالتربة الرملية أو الترابية).
- **الامتصاص**: بالنباتات.

ويشتمل **التحلل** البيولوجي للمبيدات على:

- تأثير أنواع البكتريا محدثة للتحلل البيولوجي (Biodegradation)؛ مما يؤدي لأن يفقد المبيد سميته، ويتحول إلى مركبات أخرى، قد تكون أكثر تعقيدًا في التركيب الكيميائي، وأحيانًا قد يحدث العكس ويزداد نشاط وفاعلية المبيدات.

وأحيانًا، قد تتحلل السلاسل الجانبية للمبيدات من مجموعات الاسترات أو الأميدات أو الأكاسيد، مع إزالة ذرات من الأوكسجين، أو أحيانًا الاختزال بالاتحاد مع الهيدروجين، أو التحلل المائي بالذوبان في الماء.

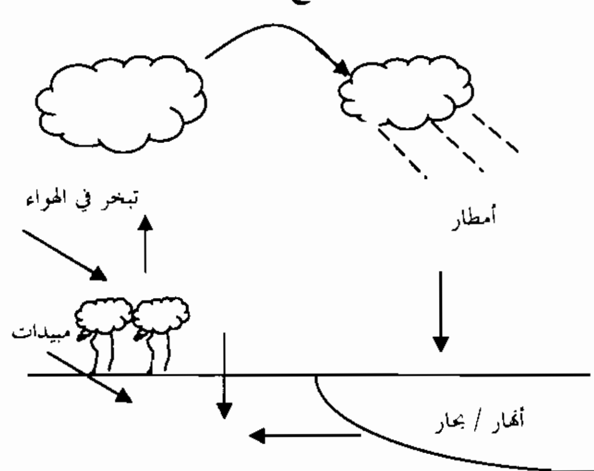
وقد يحدث للمبيدات أحيانا نزع لبعض المجموعات، مثال: إزالة الكلور، أو مجموعة الألكيلات (ميثيل، اثيل)، أو اختزال مجموعة النيترو لتصبح مجموعة أمين.

كذلك تؤدي أنواع من الإنزيمات والميكروبات إلى كسر النواة العطرية أو غيرها من عديد من التفاعلات الكيميائية، وبعضها يساعد على التحلل، والآخر قد يعوق التحلل.

وقد تنتشر المبيدات المستخدمة مع التربة؛ لتؤثر على دورة الماء والهواء، حيث تصل إلى النباتات والأشجار ثم تتبخر في الهواء لتذوب في السحاب، ثم لتسقط ثانية مع مياه الأمطار لتلوث البحار، والأنهار، ومنها تصل إلى المياه الجوفية.

شكل (٦)

انتشار المبيدات مع دورة الماء والهواء



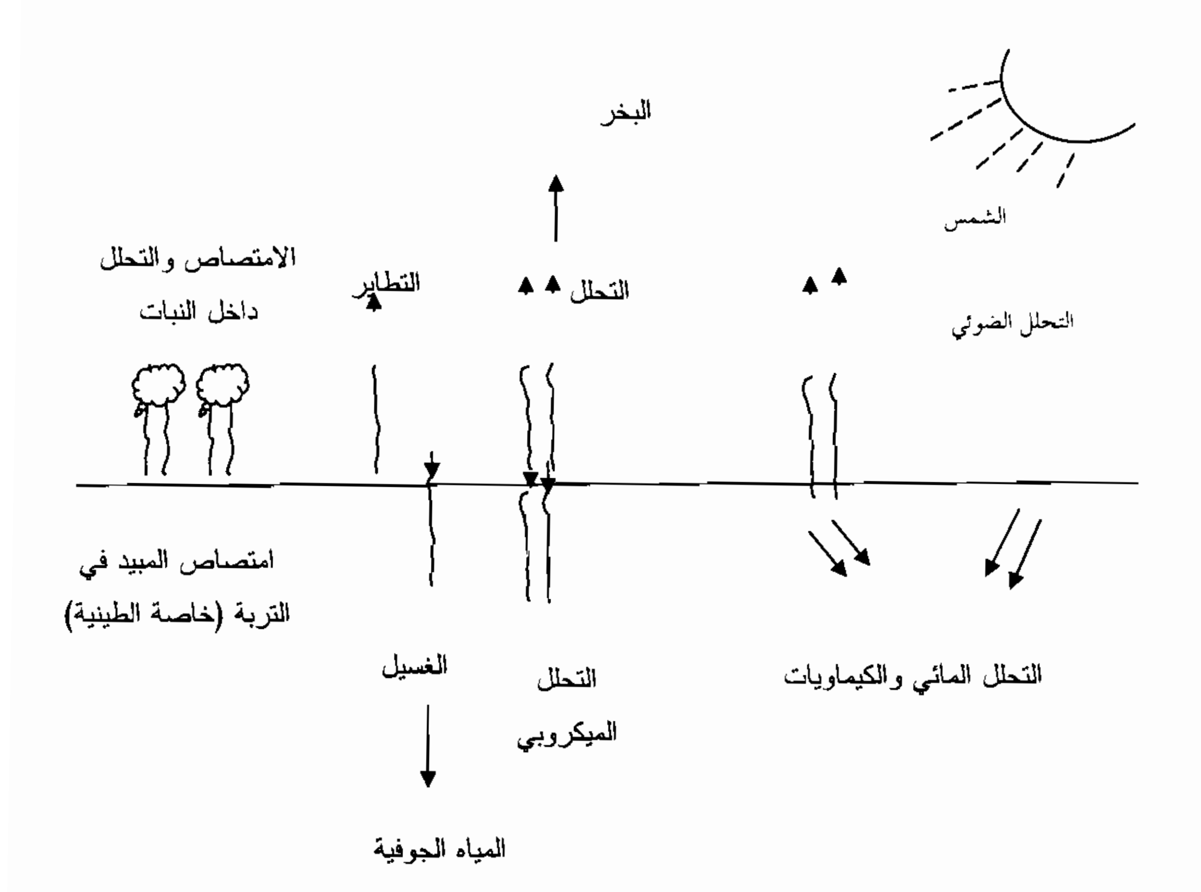
ويختلف تأثير المبيدات على النشاط الميكروبي في التربة، ذلك لفترات قد تكون قصيرة أو طويلة، حسب نوع المبيد، وكذلك نوع التربة والعوامل المحيطة بكليهما، ثم تعود التربة بعد ذلك لحالات الاتزان، ويرجع تأثير المبيدات على الميكروبات أو على نحو غير مباشر على الكائنات من نباتات وحيوانات وغيرها.

وتوضح النتائج الاختلاف الكبير في نتائج هذه الدراسات؛ إذ إن ذلك راجع إلى:

- اختلاف تركيبات المبيدات.
- ظروف أخذ العينات.
- المجموعة من الميكروبات الجاري دراستها.

ويمثل الشكل (٧) العمليات المختلفة التي تتعرض لها المبيدات.

شكل (٧)
العمليات المختلفة التي تتعرض لها المبيدات



٦-٥-٢ المكافحة الحيوية: لإنجاح طرق المكافحة الحيوية، فمن اللازم مراعاة الاعتبارات التالية:

- التحديد الدقيق للخواص الحيوية، وكذلك البيئية، وكيفية سلوك الحشرات؛ لتحديد أنسب الأوقات لاستخدام الميكروبات وزيادة فاعليتها.
- خواص الكائن ومدى الاحتفاظ بصفاته وإحداثه للأمراض، اعتبارًا من وقت الإعداد حتى إجراء المعاملة.
- تجهيز الكائنات في صورة جراثيم، لها المقدرة على تحمل الظروف الصعبة.
- كيفية التوزيع ضمانًا لوصول كمية ثابتة ومنتظمة من الميكروب؛ لتسبب موت الآفة.
- دراسة الظروف البيئية المحيطة ومدى تأثيرها.

هذا، وتتركز إمكانيات نجاح المكافحة الميكروبية في الآتي:

- أن لا تكون المستحضرات الميكروبية ضارة بالإنسان أو الحيوان، وذات تأثير محدود على النباتات.
- أن لا يكون لها تأثير على الحشرات النافعة.
- قابلة للخلط مع أنواع المبيدات الحديثة، ومما يزيد من فعاليتها.
- أن تكون سهلة الإنتاج.
- أن تكون بتكاليف مقبولة.
- لها المقدرة على الثبات أثناء التخزين لفترات طويلة.
- أن لا يحدث ظهور لسلالات مقاومة للآفة المسببة للمرض الجاري التعامل معه.

لكن توجد عدة صعوبات، تواجه استخدام الميكروبات، مثال الآتي:

- أن لا تكون الظروف الجوية مناسبة، مثال حالة الفطريات التي تحتاج إلى ١٠٪ رطوبة على الأقل.
- أن لا تستجيب لمنبهات التغذية مثال (المولاس) لزيادة فعاليتها.
- أهمية التخصص حتى تعطي مجالاً مناسبًا من المكافحة، أي لا يكون محدودًا.
- أن تستخدم في التوقيت المناسب لتتلاءم مع فترة حضانة الميكروب.
- أن لا تفقد الحيوية عند التخزين، خاصة أنواع الفطريات.
- أن تكون مقاومة للأشعة فوق البنفسجية من ضوء الشمس.

٦-٦ تصحر التربة:

تصحر التربة يعني تدهور خصوبتها، سواء كانت مراعي طبيعية أو أراضي زراعية جاري ريها مع انخفاض إنتاجيتها من المحاصيل والزراعات. ويؤثر التصحر على الغابات والمناطق الرعوية، لتفقد الغطاء النباتي؛ مما يؤدي إلى تقطيع الأشجار ليحل مكانها الأعشاب والنباتات غير المرغوب فيها. كما تتفكك الطبقة السطحية لتصبح أكثر عرضة للانجراف. وتتأثر بالعوامل المناخية من الرياح أو السيول، وبذلك تفقد التربة المقدرة على الاحتفاظ بالماء ولترتفع بها نسبة الملوحة، لتصل في النهاية إلى الانخفاض في المحاصيل وإنتاج الخضروات والفاكهة.

ويقدر إجمالي المساحات المتصحرة عالميا بحوالي ٣٦ مليون كيلو متر مربع، يقع منها ١٣ مليون كيلو متر مربع في العالم العربي، أي حوالي ٢٨٪ من الإجمالي العالمي.

٦-٦-١ مخاطر التصحر:

١- **تمليح الأراضي المروية**: يحدث التمليح في المناطق القاحلة ذات المناخ الجاف (غير الرطب) والحرارة المرتفعة؛ نتيجة لارتفاع معدلات البخر، مما يؤدي إلى ترسيب الأملاح الذائبة في سوائل التربة، وخاصة على سطح التربة، ويزداد الأمر سوءًا إذا كان نظام الصرف غير كفء ولا يحدث غسيل كافي لهذه الأملاح، ويعمل على إزالتها من التربة.

٢- **زحف الرمال**: خاصة في المناطق الجافة، ومما يهدد الأراضي الزراعية؛ حيث إن الكثبان الرملية تفتقر للغطاء النباتي، كما أنها عرضة للتحرك بتأثير الرياح، مما يعني تهديدًا دائمًا للأراضي الزراعية.

٣- **انخفاض خصوبة التربة**: يحدث ذلك مع تجريف الطبقة السطحية أو الحرث الجائر، أو الزراعة المستمرة والمكثفة؛ مما يعني استنزافًا للمخزون من مخصبات التربة.

٤- **الرعي الجائر**: إذا ما زادت أعداد الحيوانات في المساحات الزراعية، فقد يؤدي ذلك إلى زوال بعض الأنواع النباتية؛ خاصة المرغوب فيها، لتحل مكانها أنواع زراعية أخرى غير مرغوب فيها، مما يؤدي إلى أن تتحول المراعي الخصبة إلى صحاري قاحلة.

٥- **إزالة وتدمير الغابات**: سواء بسبب الأمطار الحامضية، أو بفعل الأفراد؛ مما يعني تعرية التربة، وزيادة تعرضها للانجراف المائي في مواسم سقوط الأمطار، أو بتأثير الرياح في فترات الجفاف.

مواجهة التصحر:

حتى يمكن تحقيق ذلك، يلزم اتباع الطرق التالية:

١- تثبيت الكثبان الرملية، سواء بإقامة الحواجز حول الأراضي، الزراعية أو زراعة مصدات الرياح بين النباتات وأفرع النخيل، أو بزراعة الكثبان الرملية مع التثبيت للرمال المتحركة، يتم تحولها لأراضٍ زراعية أو للرعي، وأخيرًا يمكن باستخدام المنتجات البترولية والمركبات المطاطية، أو بالأسفلت أو الزفت.

٢- حماية الغابات ووقف قطع الأشجار.

٣- إنشاء الدرجات والسدود لتقليل اندفاع وقوة السيول.

٤- عدم التوسع في الزراعة المروية على حساب المراعي.

٦-٧ تركيبات التربة: تعرف التربة بالجزء المفكك من سطح الأرض، ويزرع فيها النبات على الغذاء والطبقة السفلى أكثر صلابة عن العليا، وتتركب التربة من خمس أجزاء:

١- **الحبيبات السطحية**: من طين، رمل ناعم وخشن، وتحتوي أساسًا على سيلكات الألمنيوم والحديد.

٢- **الماء الأرضي السطحي**: والموجود بين حبيبات التربة، وتتراوح بين أن يكون نقيًّا أو مخلوطا بالتربة.

٣- **الهواء الأرضي**: يختلف عن الهواء الجوي لازدياد نسبة ثاني أوكسيد الكربون به وانخفاض الأوكسجين؛ نتيجة لتنفس جذور النباتات وغيرها من الكائنات الدقيقة الحية، ويوجد في الأماكن الخالية غير المحتوية على الماء.

٤- **المواد العضوية**: من الجذور وبقايا النباتات والحيوانات المتحللة بواسطة ميكروبات التربة وتتحول إلى ما يعرف بمسمى الدُّبال (Humus) ، والذي يحسن من خواص النفاذية للتربة مع الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية والبيولوجية (خاصة البكتريا والميكروبات).

٥- **البكتريا والفطريات والطحالب**: تزداد خصوبة التربة مع زيادة العناصر الغذائية خاصة المحتوية على الميكروبات، وكذلك الظروف المحيطة من حرارة ورطوبة ودرجة حموضة...إلخ.

١,٧,٦ مصادر التلوث الطبيعي:

١- البراكين، حيث تدفع الحرارة إلى دفن التربة الزراعية بغطاء من أكوام الصخور البركانية، إضافة إلى الأبخرة والغازات المتصاعدة، والتي تشمل أكاسيد وكبريتات وكلوريدات المعادن المختلفة.

٢- **الأعاصير**، حيث تؤدي الرياح السريعة إلى التحريك من جهة إلى أخرى، وأحيانا اقتلاع الأشجار والنباتات ونقل الحبيبات، مع تكوين الكثبان الرملية، وردم مصادر الحياة من ترع صغيرة سطحية أو آبار.

٣- **الزلازل**، لما تحدثه من انهيارات أو تشققات بطبقات الأرض والمباني، وأحيانًا كسور لمواسير المياه أو اندلاع الحرائق، وكذلك الإضرار بالتربة الزراعية والنباتات والحيوانات وبالطبع الأفراد.

٦-٧-٢ التلوث بنشاط الأفراد والبكتريا:

١- استخدام الأسمدة، الكيماويات المختلفة، خاصة الصناعية.

٢- تجمع المخلفات الصلبة من أنواع القمامة المنزلية، إضافة إلى مخلفات الأفراد والحيوانات، وكذلك الصرف الصحي.

٣- المخلفات الصناعية المختلفة.

٤- البكتريا بأنواعها المختلفة من ذاتية أو غير ذاتية التغذية أو الشبيهة بالفطريات.

٥- الفطريات بأنواعها المختلفة والسائدة في الأراضي الحامضية أو الرطبة، وتساعد على تحلل السيلولوز واللجين مع تجميع حبيبات التربة، وتعسر حصول النباتات على الفوسفات والماء والهواء.

٦- الطحالب، خاصة في التربة الرطبة والشواطئ، التي تعني مصدرًا للمواد العضوية؛ بسبب المقدرة على التمثيل الضوئي وتثبيت النيتروجين. وتوجد الطحالب الخضراء في الأراضي المعتدلة الحرارة، بينما توجد الخضراء والمزرقة في المناطق الحارة.

٦-٧-٣ الفيروسات والتربة:

التربة وسط رئيسي لانتقال الفيروسات، التي تصيب الإنسان والحيوان والنبات، وأكثرها انتشارًا في التربة فيروسات: شلل الأطفال، الكبد الوبائي، الأمراض المعوية، الحمى القلاعية. وكلما زادت نسبة الطين في التربة زاد امتصاص الفيروسات وأصبحت أكثر التصاقًا وبشدة مع حبيبات الطين، وبالتالي تطول فترة بقائها في التربة ومما يعني الخاصية الوبائية للأفراد.

ولا تؤثر عمليه الامتصاص في كفاءة الفيروسات، بل تبقى حتى بعد عزلها من التربة في حالة نشاط ومقدرة على إحداث الأمراض، ومن الممكن أن تنقل فيروسات التربة إلى الإنسان، بواسطة الخضراوات وعش الغراب والكمأة.

والمصدر الرئيسي لتلوث التربة بالفيروسات: استخدام ماء الصرف الصحي والأسمدة والمجاري في الري وكسماد للحدائق، ولكنها تعتمد في فترة بنائها على قوام التربة ونوع وطور النمو للنبات، كما تتأثر بالظروف البيئية المحيطة. وتزداد خطورة الفيروسات عند اختراقها لجذور النباتات؛ إذ إن الغسيل بالماء لا يخلصها من الفيروسات الموجودة بداخلها.

وعملية الترسيب لماء المجاري لا يخلصها من الفيروسات كما لا تؤدي إلى إضعافها، وأكثر الطرق فاعلية هو بالردم لتركها تتخمر لا هوائيًا، ومع إطالة مدة التخمر ورفع درجة الحرارة، فإن ذلك يتسبب في قتل بعض أنواعها.

٦-٧-٤ توزيع الميكروبات في التربة الزراعية:

حيث تشمل أنواع هذه الميكروبات الآتي:

١- **أنواع البكتريا**: والسابق الإشارة إليها، بين أن تكون ذاتية التغذية أو غير الذاتية التغذية، فالذاتية تحصل على الطاقة اللازمة لنموها من الضوء الواصل إلى التربة أو من أكسدة المركبات المعدنية، أما غير الذاتية التغذية فتحصل على احتياجاتها من المركبات العضوية، وحيث تمثل أغلب أنواع البكتريا الموجودة بالتربة، وتقوم بعديد من التفاعلات والتحويلات الحيوية.

٢- **الفطريات**: تكثر في الطبقة السطحية من التربة، وهذه كائنات هوائية دقيقة، وقد توجد على صورة الجراثيم، وتساعد حموضة التربة أو رطوبتها على نموها، وذات دور في تحليل المركبات العضوية المعقدة التركيب، مثال مركبات السيلولوز حيث تقوم بتزويدها بالفوسفات مع الامتصاص للماء والغذاء مثال الشعيرات الجذرية، فتحصل على احتياجاتها من الكربوهيدرات والفيتامينات.

٣- **أنواع الخمائر**: هذه فطريات وحيدة الخلية وتوجد في معظم أنواع الأراضي، وبالذات المراعي والغابات وحول جذور النباتات، ولكن بدرجة أقل من البكتريا، ولها دور فعال في تحولات العناصر الغذائية التي بالتربة.

٤- **الطحالب**: اقل انتشارًا من البكتريا و**الفطريات**، وهي هوائية وتقوم بتمثيل طاقة الضوء كما تكثر في الطبقات السفلية، وخاصة التربة الرطبة، كما أنها ذات مقدرة على التمثيل الضوئي وتثبيت النيتروجين، وبذلك تكون مصدرًا جيدًا للمركبات العضوية في التربة. وتسود الأنواع الخضراء منها في المناطق المعتدلة الحرارة، بينما تكثر الأنواع الخضراء ذات الزرقة في المناطق الحارة (كما سبق الذكر).

٥- **البروتوزوا**: من أنواع الأميبات والسرطيات، حيث تكثر في الطبقة العليا من التربة؛ خاصة إذا كانت سيئة الصرف، وتتغذى على المركبات العضوية والبكتريا والخمائر، بذلك تكون ذات دور فعال في تحقيق توازن الميكروبات في التربة، وفي تحلل المركبات العضوية، خاصة المحتوية على الفوسفات، ولكن بعض أنواعها تسبب الأمراض للإنسان مثال الدوسنتاريا.

٦- **الفيروسات**: تعتبر التربة وسطًا مناسبًا ورئيسيًّا لانتقال الفيروسات إلى الإنسان والحيوان والنبات، مثال فيروسات شلل الأطفال والأمراض المعوية والكبد الوبائي والحمى القلاعية خاصة في التربة الطينية، حيث يزداد التصاق الفيروسات مع حبيبات الطين، مما يشكل أنواع الأوبئة؛ إذ لا تتأثر عملية

الامتصاص، وتظل على الكفاءة ذاتها والمقدرة، كما يساعد على نقلها إلى الإنسان أنواع الخضراوات والفطريات أمثال (عش الغراب)، وغالبا تصل للتربة عن طريق الصرف الصحي واستخدام مياه المجاري والأسمدة العضوية في الزراعة، كما أن نشاطها مرتبط بنوع النبات الملوث ومرحلة نموه، إضافة إلى الظروف البيئية من حرارة ورطوبة وحموضة التربة، وتزداد الخطورة مع اختراق الفيروسات لجذور النبات؛ إذ لا ينجح غسل الخضروات في التخلص مما بداخلها من الفيروسات، وعند استخدام ماء المجاري في الري وتسميد الأرض فيلزم معالجتها للتطهير من الفيروسات، وأنسب الطرق لذلك التخمير لا هوائيًّا في أبراج إنتاج الغاز الحيوي أو بالردم، حيث تقتل، ويحسن من كفاءة هذه العملية التخمر عند حرارة بحدودة ٥٥٥م ولمدة تصل إلى أسبوع؛ نتيجة للحرارة العالية الناتجة عن التخمر.

٦-٨ تأثيرات التلوث على الزراعة:

من متابعة التلوث وتأثيراته على الزراعة، فقد ثبت أن تلوث الهواء بالغازات أمثال ثاني أوكسيد الكبريت أنه يتسبب في إتلاف المزروعات، مثال الخضروات، وذلك مما يمكن ملاحظته واضحًا بالنظر، وكان ذلك محيرًا أيضًا في الدول الأوروبية وشمال أمريكا؛ خاصة في المناطق الصناعية بالقرب من التجمعات السكانية الكبيرة والتي تنبعث فيها الملوثات الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري. وفي بعض البلدان، مثال لوس انجلوس، فقد كان ذلك التلوث مع العوامل الجغرافية والمناخية يؤدي إلى تكون الدخان الأسود (Smog)، والناتج من التفاعلات الضوء كيمائيًّا مع تحلل الأوزون، كما كان واضحًا كذلك في الغابات الواقعة شرق لوس أنجلوس، حيث أمكن الملاحظة بالعين المجردة للتأثيرات الحادثة على أوراق الأشجار، هذا وإن كانت بعض الآراء ترى أن التلوث بثاني أوكسيد الكبريت بالنسب المنخفضة بحدود ٠،٠١ - ٠،٠٢ ج ف م يؤدي إلى نمو أفضل للنباتات، وكذلك لوحظ إحداث تأثيرات فسيولوجية مرئية بالعين على النباتات، مثال الانخفاض في النمو وكذلك الإنتاجية، أو المقدرة على استمرار النباتات في المعيشة تحت ضواغط الظروف البيئية الشديدة التأثير.

وقد وجد أن اتحاد الملوثات معًا يساعد كثيرًا على إحداث التأثيرات الضارة على النباتات والأشجار، مثال اتحاد ثاني أوكسيد الكبريت مع الأوزون ومع أكاسيد النيتروجين، وكان ذلك واضحًا على الغابات الواقعة في شمال أمريكا ووسط أوروبا. حيث كانت تزداد سوءًا عامًا بعد آخر، ومنذ عام ١٩٨٠، أما كيف حدثت هذه التأثيرات وميكانيزماتها فلازال ذلك أمر غير واضح علميًّا. خاصة وأن اغلب ما تم إجراؤه من الدراسات كانت على النباتات العشبية وليس على الأشجار.

٦-٩ مواجهة تلوث التربة:

يلزم الاهتمام والعمل على تحقيق الآتي:

١- الإقلال من تأثيرات التجريف أو التعرية للتربة؛ حتى لا تتسبب في فقدان الطبقة السطحية ذات الخصوبة، وقد يكون ذلك بالتوسع في عمليات زرع الأشجار، مع تجنب الحرث العميق للتربة، وإصدار التشريعات التي تحرم عمليات التجريف أو التعرية.

٢- المحافظة على الغطاء النباتي للتربة، مع منع قطع الأشجار وتجريم ذلك، وكذلك منع إقامة الطرق فوق الأراضي الزراعية، أو بشقها إلى أقسام.

٣- استخدام التقنيات الحديثة في الري بدلاً من أسلوب الغمر، والتوسع في إقامة المصارف المغطاة، مع العمل على وقف تحول الأراضي الزراعية إلى أراضٍ مالحة وغير منتجة.

٤- الحرص على استخدام أنواع المبيدات، خاصة الكيماوية والمقاومة للتحلل البيولوجي، وإن أمكن منعها، وأن يكون البديل التوسع في المكافحة الحيوية.

٥- عدم الإفراط في استخدام الأسمدة الكيماوية، وأن يكون البديل التوجه إلى الزراعات العضوية، مع تجنب الخسائر الاقتصادية والبيئية.

٦- تجنب الرعي المكثف والجائر، والذي يؤدي إلى زوال كثير من أنواع النباتات المرغوب في وجودها، لتحل بدلاً منها الحشائش أو الزراعات غير المرغوب فيها.

٧- وقف قطع الأشجار والشجيرات؛ مما يؤدي إلى تعرية التربة وزيادة ظاهرة التصحر.

٨- العمل على تثبيت الكثبان الرملية، ومنع تحركها بالتشجير أو إقامة مصدات الرياح، أو بالتغطية النباتية، أو بالمنتجات البترولية، بما يساعد على حماية الأراضي الزراعية.

٩- إتباع نظام الدورات الزراعية، مما يضمن تتابع المحاصيل الزراعية المختلفة، خاصة ا لمحاصيل من البقول؛ حيث إنها تزود التربة باللازم لها من النيتروجين.

١٠- الاستفادة بالمخلفات الزراعية الصلبة، خاصة العضوية، حيث يمكن تحويلها إلى سماد، أو توليد غاز البيوجاز (الميثان) واللازم للاستخدامات المدنية.

١١- العمل على التخلص الآمن من النفايات النووية، من مصادرها المختلفة، بالدفن في خزانات أسمنتية أو صخرية، أو في باطن الأرض أو في قاع البحر، مع حماية التربة من مضارها.

٧- التلوث بالكيماويات والمخلفات السامة:

ينتج عن عمل المصانع المختلفة، خاصة الكيماوية، والتي أغلبها في أمريكا وأوروبا، كميات كبيرة من المخلفات معظمها سام، وحتى يمكن الإقلال من كمياتها فإنه يتم حرقها في أفران خاصة وغير ملوثة للبيئة، ولكن ينتج عنها كميات كبيرة أيضًا من المخلفات السامة، حيث تقدر التكاليف لمعالجتها بحوالي ١٦٠-١٠٠٠ دولار لكل طن منها، وهذه تكلفة كبيرة وترفضها الشركات الصناعية الباحثة عن الربح.

لكن العرض الذي قدم إلى بعض الدول مثل الصين والهند أن يتم تصديرها إليها وأن تأخذ مقابل ذلك رسمًا أو مصروفات قدرها ٤٠ دولار للطن، وفي ذلك مكسب لتلك الشركات في الدول الصناعية، والحادث حاليا، أن الصين تقوم باستخدام هذه المخلفات كخامات، ورغم ما بها من معادن ومركبات سامة وإن كانت ذات قيمة، وعادة يتم تصنيعها وتديرها وإدخالها في أنواع أخرى من السلع، حيث ثبت وجودها في لعب الأطفال، عرائس باربي، الحلي بأنواعها المختلفة، المنسوجات وغيرها من السلع الجيدة والتي تنافس بها الصين السوق العالمي، وتمتاز برخص أثمانها، ولكن مع احتوائها على السموم، فإنها تصبح ذات خطر كبير على من يستخدمها.

ومن المفارقات حدوث اشتعال لعدد من البيجامات القادمة من الصين في أحد دول أوروبا وكان اشتعالاً ذاتيًا، وبالتحليل وجد أن نسيج هذه البيجامات يحتوي على مكونات من الكيماويات (الفرومالدهيد)، والخطير أن التلوث عندما يصل إلى الأفراد فإنه قد يبقى بداخلهم، ويتم تخزينه في الكبد لعشرات من السنين وقبل أن يحدث ويتم خروجه من الكبد ويلوث الدم وقد يصل إلى الجهاز العصبي والمخ؛ مما دفع بعض الدول إلى عدم الاستيراد لأي من السلع الصينية.

كما أن كثيرًا من الدول الصناعية لا تقبل الواردات من الصين، إلا بعد التحليل الكيميائي وثبوت خلوها من أي مخلفات سامة.

وحفظ المخلفات السامة، والمشعة في حاويات معدة لذلك، ومهما كانت تلك الحاويات قوية وسميكة، فإنها لا تستمر لفترات طويلة؛ ذلك أن عمر المخلفات أطول بكثير من عمر الحاويات أو العبوات، مع الوقت، فإنها سوف تتسرب إلى الهواء أو إلى التربة، ومن ثم إلى النظام المائي، ويمكن أن تدخل إلى النظام الغذائي عبر النباتات والمزروعات وإلى الحيوانات؛ خاصة التي توفر اللحوم والألبان للآدميين أو إلى خزانات المياه؛ ومنها إلى المنازل والاستخدامات البشرية.

والمشكلة الكبرى عند تصديرها إلى العالم الثالث، هو أن الوعي البيئي لازال منعدمًا عند واضعي السياسات في دول العالم الثالث، وكذلك لا توجد قوانين تنظم التعامل مع النفايات بكل أنواعها، ولا تقوم أي جهات مسئولة ببذل المجهودات لرصد عملية التخزين أو كيفية التخلص منها أو التصرف ضدها.

٧-١ التلوث بالمركبات المعدنية العضوية:

تدخل المركبات المعدنية العضوية إلى البيئة من خلال عديد من الطرق والوسائل، والتي تشمل الآتي:

١- وجودها في أحد السلع أو المستحضرات.

٢- تكوينها من المركبات الموجودة في البيئة، مثال: مركب ميثيل الزئبق (Mercury Methylation).

٣- استخدامها في تركيبات المبيدات.

٤- استخدامها في أنواع من البويات.

٥- استخدامها في المنتجات البترولية كإضافات.

٦- وجودها في مركبات البلاستيك مثال استخدامها كمثبتات في مركبات البولي فينيل كلوريد.

وإجمالاً، فإن خطورة هذه المركبات ترجع – بالأساس – إلى أن الشق العضوي عادة ما يكون أكثر سمية من المعادن الداخلة معه في التركيب.

ومن اللازم ليس فقط تحديد درجة السمية لهذه المركبات، بل أيضا السمية عما ينتج من تفاعلها مع المكونات الموجودة في البيئة، وتكوينها لمركبات تختلف عما كانت عليه في البداية.

لذلك، فإنه من المهم دراسة ما يحدث من هذه المركبات، وإيضاح دورة حياتها وانتقالها في البيئة.

٧-١-١ المصادر من المواد:

من أهم المركبات المؤثرة على البيئة، تشمل: معادن القصدير، الرصاص، الزئبق، ومن اللازم إيضاح تأثير تغير تركيزاتها على النواحي البيئية، واستخداماتها التجارية واليومية، وما تحدثه من تأثيرات سامة، إضافة إلى حدود مدى استمراريتها، وبقائها وتفاعلها مع مركبات المثيلين (كحول الميثانول) مكونة شقًا معدنيًا عضويًا.

هذا، وقد أصدرت منظمة الصحة العالمية نشرات متتابعة عن المخاطر الصحية للمعادن العضوية، كما تناولت مطبوعات جمعية الكيمياء الأمريكية، خواصًا عن معادن الرصاص والزئبق، ومدى خطورتها على البيئة.

هذا وتدخل المعادن العضوية في عديد من الاستخدامات، مثال: صناعة الأدوية، والبويات، والمبيدات، وغيرها.

٧-٢ مركبات القصدير العضوية:

من الاستخدامات الرئيسية لمركبات القصدير العضوية الاستعمال كمواد حافظة ومثبتة لبلاستيك البولي فينيل كلوريد، وكذلك كمبيد بيولوجي، وكلا الاستخدامين يتيحان دخول القصدير إلى البيئة؛ ونتيجة لذلك، فإن حدود التأثيرات السامة ومدى أهمية أخذها في الاعتبار من الأمور البيئية المهمة.

تستخدم المركبات العضوية للقصدير الثنائية (Dialkyl) كمركبات حافظة ومثبتة، بينما الثلاثية (Trialkyl) لها خواص الاستخدام كمبيدات بيولوجية. ويقدر الإنتاج السنوي العالمي لهذه المركبات بحدود ٤٠ ألف طن.

ومع التوسع في استخدامها ووصولها إلى البيئة، فقد أصبح من الأهداف المهمة للبحوث دراسة كيفية تحللها وإحداثها للسمية. والتي تصل إلى أكبر مدى في المركبات الثلاثية ذات التركيب R_3SnX، حيث ترمز R إلى مجموعة ميثيل، بروبيل، بيوتيل وترمز مجموعة X إلى كلور، ملور، نيتروجين، COOH، ميثاكربلات، وغيرها، وحكم اختيار مجموعة X مرتبط بإيجاد التوازن الناتج عن مجموعة R، بين أن تكون ذات سمية عالية للنباتات في وجود R ذات مجموعة صغيرة، أو أن تكون ذات سمية محدودة (غير كافية)، إذا ما كانت R مجموعة كبيرة.

ويحدث التحلل للمركبات في البيئة تحت تأثير امتصاص الأشعة فوق البنفسجية، ثم الحادث من تأثير بيولوجي أو كيميائي لها، والذي يتتابع في خطوات لفقد المجموعة العضوية ويتبقى في النهاية الناتج كمركب ثنائي الأكسدة غير سام. وبصفة عامة، فإن ذلك التحلل السريع إلى مركبات غير سامة يشكل خاصية بيئية جيدة لمركبات القصدير العضوية. وعلى نحو مماثل، فإن بعض الدراسات تقترح أن التحلل راجع بالأساس بسبب الأكسيدات، لكن حينما يحدث التحلل بيولوجيًا، أو بسبب تأثير الضوء، فإن التحلل الناتج يحدث طبقًا لنموذج بيئي متزن، ولكن عادة غير مكتمل، ومما يترك نسبة مركبات من القصدير العضوي متبقية، ويمكن التثبت من ذلك بتحديد مجموعات الميثيل والبيتويل المتحدة مع القصدير والمتبقية بتركيزات

ضئيلة للغاية وقد تكون منتشرة، مثال أن تصل إلى الأنهار أو تتساقط مع مياه الأمطار، وغيرها من أوساط الانتشار، وذلك ما يجعلها أكثر ثباتًا في البيئة مقارنة بالنتائج التي يحصل عليها من الاختبارات المعملية عندما تجري على مركبات عالية النقاوة، ونتج عن التحلل لهذه المركبات بتأثير الأشعة فوق البنفسجية (ضوء الشمس) تكون مركبات قصدير غير عضوية، ومما يلزم معه أخذ ذلك التحول في الاعتبار.

ويحدث التأثير البيولوجي لمركبات القصدير العضوية على العمليات المتصلة ببناء الخلايا الحية، ورجوعًا إلى ما يحدث في كبد الفئران، باتحادها مع مجموعة الأوكسجين، من خلال اتحاد مجموعة (OH) مع ذرات الكربون، الواقعة في تركيب مركب القصدير العضوي، وبذلك يتكون تحلل لهذه العمليات في الخلايا، من خلال أن مركب ثنائي ألكيلات القصدير يحدث تكسرًا لرابطة القصدير مع الكربون، ومما يزيد من اتحاد الكربون مع مجموع (OH) ثم لتكون القصدير (رابع التكافؤ) مع الأوكسجين مكونًا أوكسيد القصدير، وعلى نحو مماثل يحدث في البيئة تفاعلات الأكسدة البيولوجية لتحلل ألكيلات القصدير الثلاثية الأخرى، إلى مركبات غير عضوية للقصدير ومن خلال الفقدان المتزايد لمجموعات ألكيلات الهيدروكسيل، ربما قد يكون ميكانيزم ذلك التحول أكثر تعقيدا عما هو مفترض.

ويؤثر ثلاثي ألكيلات القصدير على العمليات المتصلة ببناء الخلايا الحية، ولكن ليس من خلال تفاعلات الهيدرو أكسدة، حيث إن ثلاثي ألكيلات القصدير يتحلل من خلال تكسر روابط القصدير مع الكربون لمركب Ph_2SnO، عند تعرضها للضوء، هذا ولا يوجد في تحاليل المركبات الناتجة أي من مركبات أحادي ألكيلات أو مركبات القصدير غير العضوية، بل فقط بلمرات القصدير العضوية الذائبة في الماء مكونه لمجموعة $(PhSnOXHy)_N$.

على نحو مماثل يلاحظ توزيع للمركبات الناتجة عن تحلل سوائل أحادي وثنائي ألكيلات القصدير، ويشتمل الجدولان (١٧) & (١٨) على بعض استخدامات كل من المركبات ثلاثي وثنائي ألكيلات القصدير، حيث نجد أنها تتركز في الاستخدامات الآتية:

- مثبت لبلاستيك PVC.
- عامل مساعد لإنتاج بعض البلمرات والمركبات.
- مقوي للزجاج.

- عامل تشكيل لبعض مركبات القصدير.
- مبيـد للحـشرات والفطريـات والأعـشاب، وكـذلك عامـل طـارد لتغذيـة الحشرات.
- بويات طاردة للحشرات.
- مطهر ومعقم.

جدول (١٧)

بعض استخدامات مركبات ثلاثي ألكيلات القصدير

المركب	الاستخدامات
Ph_2SnOH	مبيد للفطريات، وبوية، طاردة للحشرات
Ph_3SnCl	بوية، طاردة للحشرات
Ph_3SnF	بوية طاردة للحشرات
Ph3SnSCSnNMe	بوية طاردة للحشرات
$Ph_3SnOCCH2cl$	بوية طاردة للحشرات
$Ph_5SnOCOC_5H_4N_3$	بوية طاردة للحشرات
Bu_3SnOAC	بوية طاردة للحشرات
$Bu_3SnOCOPh$	مطهر ومعقم
Bu_3SnCL	بوية طاردة للحشرات
Bu_3SnF	بوية طاردة للحشرات
Bu_3Snadipate	بوية طاردة للحشرات
Bu_3Snbenzoate	مبيد للجراثيم
Copolymer Bu3Snmethacrylate	بوية طاردة للحشرات
BU_3Sn(naphthenote)	حافظ للأخشاب ومضاد للبكتريا
$(Bu_3Sn)_3\ PO_4$	حافظ للأخشاب ومضاد للبكتريا
$(C_6Hll)_3$ Sn-n< N=C C=N	بوية طاردة للحشرات بوية طاردة للحشرات
$[(PhClMe)_2CH_2)Sn]O$	بوية طاردة للحشرات
$Et_3Sn(p\text{-}OC_6H4B^2r)$	مبيد للديدان
$(CH_2{=}CH)_2SnCl$	مبيد للأعشاب
M_e6Sn_2	مبيد للحشرات

جدول (١٨)

بعض استخدامات مركبات ثاني ألكيلات القصدير

المركب	الاستخدامات
Maleate polymer $[n\text{-}OCt_2Sn(C_4H_2O_4)]_n$	مثبت لبلاستيك PVC بما في ذلك الاستخدامات الغذائية
$[n\text{-}OCt_2Sn(SCH2COOi\text{-}OCt)]_n$	مثبت لبلاستيك PVC بما في ذلك الاستخدامات الغذائية
$Bu_2Sn(OAc)_2$	عامل مساعد لإنتاج البولي يورثيان وبلمرة السيلكون
$Bu_2Sn(OCO_i\text{-}OCt)_2$	عامل مساعد لإنتاج البولي يورثيان وبلمرة السيلكون (على البارد)
$Bu_2Sn(OCOC_{11}H_{23})_2$	مثبت لبلاستيك PVC، عامل مساعد
$Bu_2Sn(SCH_2COOi\text{-}OCt)_2$	مثبت لبلاستيك PVC
$n\text{-}Bu_2Sn(C4H_2O4)_n$	مثبت لبلاستيك PVC
$Bu_2Sn\ (OCOCH{=}CHOOcto)_2$	مثبت لبلاستيك PVC
$Bu_2Sn(SC_{12}H_{25})_2$	مثبت لبلاستيك PVC
$Bu_2Sn(OCOC_{12}H_{25})_2$	عامل مساعد
$(Bu_2SnO)_n$	عامل مساعد
Bu_2SnCl_2	مقوي للزجاج وعامل تشكيل لمركب SNO_2
Me_2SnCl_2	مقوي للزجاج وعامل تشكيل لمركب SNO_2
$(BuOCOCH_2CH_2CH_2)_2Sn(SCH_2OCt)_2$	مثبت لبلاستيك PVC
Me_6Sn_2	مبيد للحشرات ومانع للتغذية في الحشرات

كذلك توجد مركبات قليلة قائمة على ألكيلات الأحادية للقصدير، ويشتمل الجدول (١٩) على بعض استخدامات هذه المركبات.

جدول (١٩)

بعض استخدامات مركبات أحادي ألكيلات القصدير

المركب	الاستخدامات
$MeSn(SCH2COOnoct)_3$	مثبت لبلاستيك PVC
$MeSn\ Cl_3$	مقوي للزجاج وعامل تشكيل لمركب SNO_2
$Bu(SCH_2CCO_i\text{-}Oct)_3$	مثبت لبلاستيك PVC
$BuSn\ Cl_3$	مقوي للزجاج
$(BuSnS_{1.5})4$	مثبت لبلاستيك PVC
$BuSn(OH)_2\ Cl$	عامل مساعد في عمليات الأسترة
$[BuSn(O)OH]_n$	عامل مساعد
$OctSn(SCH_2COO_i\text{-}Oct)_3$	مثبت لبلاستيك PVC
$BuOCOCH_2cHsn\text{-}(SCH_2COO_i\text{-}Oct)_3$	مثبت لبلاستيك PVC

٧-٣ مركبات الرصاص العضوية:

استخدام مركبات الرصاص العضوية كإضافات للجازولين في محركات الاحتراق الداخلي كان محل اهتمام ومناقشات متعددة، حيث شكل ذلك الاستخدام الأكبر، إذ كان الخبط الحادث في المحركات دون هذه الإضافات هو أنواع من الانفجارات لخليط الوقود مع الهواء، بدلاً عن أن يمضي الاحتراق هادئًا ومنتظمًا، وللتخلص من ذلك الخبط كان باستخدام هذه الإضافات من مركبات الرصاص العضوية، والتي اشتملت على رابع اثيلات وميثيلات الرصاص، وكذلك الخليط من الاثيلات مع الميثيلات.

ومع ما تسببه هذه الإضافات عند احتراقها وتحولها إلى الشق غير العضوي (الأكاسيد) والملوث للبيئة، لذا بدء العمل على عدم استخدامها، ولكن تدريجيًا بخفض الكميات المضافة، كما حدث في أمريكا حيث خفض التركيز من ٢،٥ جرام إلى ٠،٥ جرام/ الجالون، من عام ١٩٧٠ إلى عام ١٩٧٩. ثم خفض في عام ١٩٨٥ إلى تركيز ٠،١٥ جرام/ جالون، وبالتالي انخفض الإنتاج العالمي من هذه الإضافات من كمية ٣١٧ ألف طن في عام ١٩٧٤ إلى كمية ٢٠٠ ألف طن عام ١٩٩٠.

ويحدث التسمم بهذه المركبات، عندما تتحول من رابع ايثيل الرصاص إلى ثالث ايثيل الرصاص، وعند وصوله إلى الكبد، حيث إن ثالث ايثيل الرصاص أكثر قابلية للذوبان، ويؤثر بشدة على الجهاز العصبي المركزي، كما يحدث امتصاص لرابع ايثيل الرصاص عبر الجلد؛ ليتحول إلى ثلاثي ايثيلات، غالبًا بالتحول بالاتحاد مع مجموعة (OH) عند P-Carbon (بيتاكربون)، ومما يجعل تركيز ثلاثي ايثيل الرصاص يزيد بشكل كبير في الكبد، والذي يتم على نحو سريع وخلال دقائق معدودة، بينما يكون أبطأ بكثير عند التحول في كبد أو كلى الفئران، إذ يستغرق ما بين ١٥ إلى ٤٠ يومًا.

وينتج عن ذلك التحول إلى المركبات غير العضوية الإصابة بأعراض الجهاز العصبي والمغص والأنيميا، ويكون المخ هو العضو الأكثر تأثرًا بمركبات الرصاص، وفي أي الأحوال، فإن الإصابة بالأنيميا، من العلامات الأولية المعبرة عن الإصابة بمركبات الرصاص، والتي مع زيادتها قد تصبح مزمنة.

٧-٣-١ التحولات والقياسات:

غالبية مركبات الأكيلات الرصاص في الجازولين تتحول عند استخدامها إلى مركبات غير عضوية (أكاسيد)، ومن ثم تنبعث إلى الجو وتلوث الهواء، ويقدر أن حوالي ١٠٪ من الرصاص المنبعث من المحركات يكون في الحالة العضوية، بذلك فإن المشكلات البيئية، سواء في الهواء أو الماء أو الغذاء أو الأفراد في الصورة غير العضوية،

ويكون تأثير الأفراد بها أكثر عما يحدث من عنصر الرصاص ذاته أو من الصناعة غير العضوية لانبعاثات الرصاص.

وأعلى الملوثات تأثيرًا في المدن كانت مركبات رابع ايثيل الرصاص، وبالتحديد في القرب من الجراجات ومحطات خدمة السيارات، وكذلك عند إدارة المحركات الباردة شتاءا، ولكن ذلك لا يزيد عن ٤٪ من الرصاص الملوث للهواء. ومن الأماكن الشديدة التلوث بمركبات الرصاص، أماكن الانتظار للسيارات، خاصة المغطاة، وكذلك الأنفاق على الطرق الحافلة بالسيارات، وتتحول جميع هذه الملوثات إلى مركبات رصاص غير عضوية، قد تكون أيونات ثنائية أو ثلاثية التكافؤ (R_2Pb^{+2}&R_3Pb^{+3})، والتي غالبا ما تصل وتبقى مع الجزئيات الدقيقة العالقة بالهواء، كذلك تتعرض إلى تفاعلات ضوئية بتأثير الأشعة الشمسية في صورة تفاعلات متجانسة ومنتجة للمركبات الهيدروكسية؛ مما يعتبر السبب الرئيسي في تناقصها. كذلك تحدث مثل هذه التفاعلات مع الأوزون الموجود في الجو، وتصل سرعات هذه التفاعلات خلال النهار إلى حوالي ٢١٪ لمركبات ميثيل الرصاص، وبنسبة ٨٨٪ لمركبات ايثيل الرصاص، لكن مع الإقلال الكبير في سرعة هذه التفاعلات خلال فترة الليل؛ أي عندما يحل الظلام، وتقدر فترة نصف العمر لهذه التفاعلات بحدود ٥ أيام لمركبات ميثيل الرصاص، وفترة يوم ونصف لمركبات إيثيل الرصاص، وتحدث مختلف هذه التفاعلات مع نقص تركيز ألكيلات الرصاص في الهواء، وعلى الرغم مما سبق انبعاثه على نحو مستمر من بعض الأماكن. ومن أمثلة التراوح في نسبة رابع إيثيل الرصاص في الجو، فقد وجدت أنها من ٠٫٠٤٪ إلى ١٥٪ من إجمالي الرصاص الموجود من مركبات رابع ألكيلات الرصاص، والتي يصل تركيزها من ١٠-٢٠٠ جزء في البليون متر مكعب من الهواء، ورغم أن بعض الحالات الجديدة قد سجلت نسبة ٤٠٠ جزء في البليون، أو في حالة واحدة قد ثبت تسجيل نسبة وصول إلى ٦٢٪ من إجمالي الرصاص العضوي، الذي وصل إلى الهواء على مركبات معدنية عضوية معقدة التركيب، وبالطبع تتزايد هذه النسب في الجراجات ومساحات الانتظار للسيارات، وإجمالاً، فإن نسبة ألكيلات الرصاص في المدن تتراوح من ١٫٣ – ٢٦٫٩٪، وفي الريف بحدود ٠٫٦ – ٢٠٪ خاصة في الضواحي القريبة من المدن.

٨- تأثير الملوثات الكيميائية على صحة الأفراد

هناك اهتمام كبير ومستمر من الأفراد على ما تحدثه الكيماويات، التي تنبعث إلى البيئة من تأثيرات على صحة الأفراد، والأفراد لديهم المشاعر الضمنية التي أحيانا تظهر بوضوح حول الظواهر الخطيرة التي تحدثها الكيماويات، ورغم أنه من الفعلي أن حياة الأفراد غير ممكنة، إذا ما حدث غياب للكيماويات، سواء كانت عضوية أو غيرة عضوية، وعديد من العناصر أساسية من أجل أداء الوظائف البيولوجية، سواء كانت في كميات ضئيلة أو كبيرة، كما أن عديدًا من الجزئيات العضوية أيضًا لازمة للتجمعات من الأفراد؛ من أجل أن يستمروا من يوم إلى التالي، في أداء أعمالهم على نحو صحي سليم.

والكيماويات غير العضوية لازمة بيولوجيا ولكن متوافرة فقط للأفراد البالغين، من خلال ما يتناولونه من أطعمة أو مشروبات، إضافة إلى ما يصلهم من الكيماويات الموجودة حرة في البيئة، وواحد من الخواص لهذه العناصر الأساسية ضرورة وجودهم في حدود نسب محددة، وغالبًا ما تكون ضئيلة وفيها عرف بنوافذ التركيزات، وإلا كانت هناك علامات سواء لحدوث الزيادة أو النقصان، لما يتم الحصول عليه من هذه النوافذ للتركيزات، والعديد من هذه الميكانيزمات يعمل بواسطة ما يتم أخذه من القناة الهضمية، والتي تعتبر المسار الذي من خلاله الكيماويات توجد ثم تمتص. وهناك تغير مهم نشأ مع ثورة التصنيع، والتي أحدثت تزايد في عديد من الكيماويات على نحو كبير في الجو، بسبب ما تحدثه مداخن المصانع من انبعاثات، ولو كانت هذه الكيماويات قابلة للذوبان في سوائل جسم الأفراد، أو لو كانت في الحالة الغازية أو في صورة جزئيات ذات أحجام دقيقة، فيمكن أن تدخل إلى أعماق الرئة، ثم بعد ذلك تمضي إلى الامتصاص في الشعبة الهوائية، وحيث من الممكن ألا يكتشف حدوث ذلك على نحو جوهري.

وهناك عاملان آخران من اللازم دائمًا تذكرهما، حين يتم تقييم تأثيرات ما تحدثه الكيماويات المنبعثة إلى البيئة من تأثيرات:

١- على الرغم من الضجة الحادثة حاليا في وسائل الإعلام والصحافة حول تلوث الأطعمة والمشروبات بالكيماويات، وغيرها من العوامل البيولوجية، فإنها تصنف بأقل مما كانت عليه حتى منتصف القرن العشرين، فخلال القرن التاسع عشر.. فإن أي أطعمة مغشوشة كانت تعامل على أنها فضيحة كبرى، وما تسببه من انتشار كبير للأمراض والأوبئة، ورغم أن استخدام الكيماويات قد تزايد على

درجة كبيرة ، فإن ما يحدث من تعرض الأفراد للمواد السامة في تناقص بالفعل، وبسبب أن الكميات التي تصل إلى الطعام قد نقصت، وهذا أيضًا ما حدث مع عديد من المواد السامة الأخرى.

٢- الجرعة: فإن المواد السامة تستلزم أن تصل إلى الأفراد بالجرعة الكافية لذلك، وبافتراض أن جميع المواد سامة إذا ما تم تناولها بالجرعة الكافية؛ أي أن الجرعة الصحيحة تفرق بين ما هو سام، وما هو غير سام، مثال الأدوية.

بذلك، فإن وجود الكيماويات في البيئة يستدعي ألا يتم أخذه أو اعتباره على أنه مؤذي صحيًا، فمن الممكن أن يكون قليلاً جدًا، ولا يسبب أي مخاطر حقيقية على الصحة، حتى لو كان، فمن المفترض وجود مخاطر حقيقية، لكن بالطبع تكون نظرية مع الجرعة المخفضة، وهذه توضع في المقارنة مع الفوائد، التي يحققها استخدام هذه المادة، فإذا لم تكن هناك فوائد من استخدامها فمن اللازم منع ذلك الاستخدام.

وهناك أنواع متعددة من التعرضات التي تحدثها الكيماويات الموجودة في البيئة، وبالجرعة المناسبة؛ لذا من اللازم تحديدها بوضوح، فقد حدثت تعرضات كارثية من انبعاث كيماويات إلى البيئة، مثال ما سبق حدوثه في مدن سيفارسو بإيطاليا (Severso)، وبيهوبال بالهند (Bhopal). وتحدث التعرضات التي يطلق عليها مستوطنة عندما يتم تعرض مجموعات كبيرة من الأفراد، والتي تحدث نتيجة سوء استخدام الكيماويات، مثال ما حدث من خروج مركبات الزئبق في العراق وغيرها من البلدان، عند رش حبوب القمح بالمبيدات لقتل ما بها من حشرات، بمبيد يحتوي على الزئبق العضوي لإنتاج حبوب خالية من الحشرات، وكانت تلك أمثلة لهذه الأنواع من التعرضات الكارثية. وهناك ما يحدث من تعرضات مصاحبة عندما يكون لا مفر من استخدامها بمعرفة الأفراد؛ لتحقيق أن يظلوا مستمرين أحياء ويؤدون أعمالهم.

٨-١ تفاصيل عن تعرضات كارثية:

٨-١-١ حادثة سيفارسو:

حدث يوم ١٠ يوليو ١٩٧٦ في أحد المصانع بالقرب من مدينة ميلانو في شمال إيطاليا انبعاث لمركب كيميائي يحتوي على الديوكسين (-2,3,7,8 tetrachlorrodibanzo -p-dioxin) وكان ذلك بكميات كبيرة، والانبعاث للديوكسين متعددة الحدوث من قبل، في الكثير من المصانع الكيميائية، وكانت تستخدمه في إنتاج مركب يحتوي على كلورو الفينول (2,4,5 trichlorophenol)، وحيث إن تفاعل الإنتاج مصدر لكمية حرارة كبيرة، ومما يجعل من الصعب التحكم

فيه، فقد وجد المسئولون عن السلامة في المصنع حدوث تمزق لوعاء التفاعل، مع حدوث تطاير لكمية كبيرة من ذلك المركب المحتوي على الفنيول. ووصل ارتفاعها في الهواء لمسافة قدرت بحوالي ٣٠-٥٠ مترًا فوق المصنع، وعندما بردت هذه الكمية هبطت ثانية، وكانت على هيئة قمع كبير وصل طوله إلى ٢ كيلو متر وعرضه إلى ٧٠٠ متر وغطى مساحة بحدود ٣-٤ كيلو مترات مربع، وقدرت أن كمية الديوكسين الملوثة لهذه المساحة بحدود ٣-١٦ كيلوجرام ديوكسين، وكان عدد السكان في تلك المساحة حوالي ٢٨ ألف فرد، مما استدعى إخلاء المنطقة المجاورة للمصنع من السكان بعد ١٤ يومًا من حدوث هذا الانفجار، مع إغلاق كل المنطقة نهائيًا، كما تم حجر ٥٠٠٠ فرد من الذين تعرضوا للتلوث الحاد ليظلوا داخل منازلهم، دون أن يصرح لهم بزراعة أو استهلاك أي من الخضروات أو الفواكه الموجودة في المنطقة، وكذلك عدم تربية الدواجن وغيرها من الطيور أو الحيوانات المنزلية، وكان السؤال: لماذا كل هذه الإجراءات؛ ذلك أن الديوكسين مسبب قوي للسمية، مع بقائه بتركيب ثابت لفترة طويلة، ومن المعروف أنه يتسبب في إحداث رائحة كريهة للأفراد، تشوه للمواليد، انسداد وتشوه للمسام، وكل ذلك معروف ومسجل، وغير مسموح بتداوله تجاريًّا، لكن وجد أنه ملوث مصاحب، إذا ما حدث أثناء إنتاج المركب المطلوب تحضيره لحدوث عملية تحلل بالماء لمركب رابع كلورو البنزين عند الحرارة المرتفعة، كما أن الديوكسين يوجد في التركيبات الجاري إنتاجها، والتي تستخدم كمبيدات للحشائش.

ورغم أن السكان قد تم عزلهم، إلا أنه لوحظ حدوث بعض الظواهر غير الطبيعية، فبعد الحادث بشهور قليلة وجد أن ١٧٦ فردًا، أغلبهم من الأطفال مصابين، بمرض يعرف بمسمى كلوراسين (Chloracine)، وكان منهم ٥٠ فردًا من المناطق الأعلى في التلوث، وشكلوا نسبة حوالي ٧٪ من الذين توقعوا أن يكونوا في المناطق الخطرة. وعند إعادة الفحص الطبي في فبراير ١٩٧٧ (حوالي ٧ شهور بعد الحادث) فقد وجد ١٣٧ حالة جديدة مصابة بذلك المرض، مع وجود حالات من المرض العصبي وغير العادي والتي اشتملت على تعدد الإصابات العصبية، المصاحبة لبعض الظواهر الواضحة، وكان حدوثها بسبب التأثيرات على النظام العصبي المركزي، وأكثر هذه الملاحظات شيوعًا كان لدى أغلب الأفراد الذين يسكنون في المنطقة الأكثر تلوثًا، مع زيادة حدوث التأثيرات العصبية غير العادية عند الأفراد الذين ثبت وجود مركب كلوارسين لديهم.

وفي النهاية ثبت وجود زيادة في حجم الكبد لنسبة ٨٪ من السكان، مع ملاحظة أنه الأكثر حدوثًا لدى الأفراد الذين كانوا في الأماكن الأكثر تعرضا للتلوث. وعند قياس نشاط الإنزيمات التي بالكبد وجد أنها غير طبيعية، ثم وجد أنها لم ترجع إلى طبيعتها إلا بعد عام من حدوث الحادث والتعرض. لكن من المثير للاهتمام عدم وجود أي خلافات أو ظواهر لحدوث تأثيرات على نظام المناعة لديهم، وكذلك لوجود أي صبغات غير عادية أو أي تشوه للأجنة، وأيضا عدم حدوث وفيات. ورغم حدوث تلك الإيذاءات للأفراد، إنما وجد أن التأثيرات الأكثر شيوعًا أن عديدًا من حيوانات الخيول والجاموس والأبقار، ...إلخ قد ماتت، كما أن النباتات بالمنطقة قد جفت وماتت أيضًا وتحولت المنطقة إلى ما يشبه الصحراء دون نباتات.

٨-١-٢ حادثة بيهوبال: حدث يوم ٣ ديسمبر ١٩٨٤ في مصنع تابع لشركة يونيون كاربيد انبعاث كارثي لمركب ميثيل ايزوسينات (MIC)، وكانت الشركة تنتج نوعًا من المبيدات منذ حوالي ١٨ عامًا، ومركب (MIC) واحد من المكونات الأساسية، ويحضر من تفاعل مركب مونوميثيل آمين (MMA) مع مركب الفوسجين الذي يحضر أيضًا في المصنع بتفاعل الكلور مع أول أوكسيد الكربون ومركبات (MMA)، والكلورين يتم إحضارهما إلى المصنع بواسطة الشاحنات من مصانع أخرى في الهند؛ ليتم تخزينها إلى حين استخدامها، ويستخدم كمذيب مركب الكلوروفورم خلال هذه العملية، ومما كان يعني وجود الكثير من الكيماويات شديدة الخطورة في ذلك المصنع، ويتم استخدامها دائما. وفي ليلة الحادث يبدو أن بعض المياه نتيجة للإهمال وصلت إلى الخزان المحتوى على مركب (MIC) المحتوي على كمية ٤١ طنًا، مما أحدث بداية لتفاعل كيميائي مصحوبا بانبعاث حرارة، والتي زادت مع التفاعلات الأخرى الجارية في ذلك الخزان كملوثات مما أحدث تبخرًا حادًا، والذي لم يستطع نظام السلامة بالمصنع احتوائه؛ إذ من المحتمل أن هذا النظام كان إما معطل، أو ليست لديه المقدرة على حجز هذه الأبخرة، بذلك ظل نظام الأمان بالخزان مفتوحًا لفترة حوالي الساعتين؛ مما سمح بسائل (MIC) وأبخرته من الهروب والوصول إلى المنطقة المحيطة، والتي حملته الرياح في اتجاه الشمال من المصنع، ثم إلى الغرب مما أحدث تأثيرات على حوالي مائة ألف فرد من السكان المحيطين، كما لم يوجد أي من أفراد الوردية الليلة بالمصنع تم إصابتهم، وكانت النتيجة وفاة ٢٠٠٠ فرد، كما كانت أهم الأمراض لإصابة الذين ظلوا أحياء: حريق حاد بالأعين، مع الكحة وإسالة الدموع والقيء.

ومما زاد من تأثيرات الحادث عدم مقدرة حكام الولاية على تعويض المصابين، والمماطلة معهم، وعلى نحو يخالف المتعارف عليه دوليًا، من قوانين منظمة للإصابات.

٨-٢ التعرضات المستوطنة:

كثيرا ما تتسبب الانبعاثات من الكيماويات السامة إلى إحداث تعرضات مستوطنة ودائمة، لكن لازالت أعداد تلك الكيماويات محدودة، وتشمل غالبا الآتي:

الزئبق، سداسي كلور البنزين، الكادميوم ، الرصاص، الديوكسين،... وغيرها.

مما يجعل هذه التعرضات مؤثرة على الظروف البيئية الطبيعية، وتتسبب في إحداث ونشر للأمراض أو للوفاة، لكن لا يوجد حتى الآن ما يزيد في إحداث التدمير البيئي بمقارنته بما كان يسببه حريق الفحم في القرن الماضي، حيث كانت تزيد أعداد الوفيات والتي تلاحظ في أعقاب حدوث تلوث كبير وحاد، وعلى نحو ما حدث عام ١٩٤٨ في مدينة دونورا (DONORA)، وفي مدينة لندن عام ١٩٥٢، وقد أوضحت دراسات علم الأوبئة بجلاء أن حدوث الأمراض الشائعة والوفيات مرتبط أساسًا بزيادة نسبة ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2) والأدخنة في الهواء، وكذلك إذا ما حدث تسمم بمركبات الفلورين، كما سبق أن حدث في الهند، إيران، تايوان، وفي بعض أجزاء ولاية تكساس بأمريكا، حيث ثبت أن نسبة بحدود ٢٩،٥٪ من الأفراد الذين تعرضوا للزئبق كانت لديهم تلك الحساسية للجهاز العصبي. ومن الحوادث الكبيرة للتسمم بالزئبق ما حدث في العراق (كما سبق الذكر) من تناول خبز تم صنعه من الحبوب التي وصلت كمعونة من الخارج، وكانت معالجة بمبيدات للطحالب تحتوي على الزئبق وقد استوردتها الحكومة، ثم تم تخزينها برشها بلون مميز ومع إصدار التعليمات أن هذه الحبوب للزراعة فقط وليس للطعام، وقد تم كتابة تلك التحذيرات على أكياس التعبئة باللغتين الإنجليزية والإسبانية (لم تستخدم العربية) ولكن قام الفلاحون بغسل الحبوب لإزالة ما عليها من لون مميز ثم طحنها واستخدامها في إنتاج الخبز وكان ذلك في نوفمبر عام ١٩٧١، وفي شهر ديسمبر بدأ ظهور حالات التسمم، وعند نهاية شهر مارس عام ١٩٧٢ كان يوجد في المستشفيات عدد ٦٥٣٠ فردًا مات منهم ٤٥٩ فردًا (نسبة ٧٪)، وهذه الحادثة من أشد المعروف عن تأثيرات التسمم بمركبات الزئبق.

٨-٢-١ مركب سداسي كلور البنزين:

حدث في تركيا عام ١٩٥٦ ابتلاع لحبوب تم معالجتها؛ حيث أصيب ٣٠٠٠ فرد، ومع ظهور حالات جديدة على نحو مستمر حتى عام ١٩٦١ ورغم استبعاد ذلك المركب من الأسواق في عام ١٩٥٩، إلا أن نسبة الوفيات كانت بحدود ١٠٪، ولكن زادت هذه النسبة في الأطفال إلى ٩٥٪ خاصة الذين ولدوا من أمهات ثبت ابتلاعهم لذلك المركب.

٨-٢-٢ التلوث بالكادميوم: ثبت حدوث ذلك التسمم في اليابان، خاصة لدى صغار الأطفال والسيدات المسنات، وخاصة واللاتي تم إنجابهم لعديد من الأولاد، وقد سجلت الحادثة للمرة الأولى عام ١٩٥٥ في منطقة ملاحقة لمنجم على نهر جانتسا (JUNTSU) في بلدة تویاما (TOYAMA)، وقد تميز ذلك التسمم بإحداث: آلام حادة بالعظام، السير ببطء شديد، لين العظام، علامات للفساد الكلوي، حيث ثبت أن المياه المستخدمة في ري المزروعات قد لوثت بها يتم سكبه من ذلك المنجم، والذي يحتوي على كل من: الزنك، الرصاص، الكادميوم، حيث وجد أن نسبة الكالسيوم في عينات من الأرز تحتوي على عشرة أضعاف نسبة الكادميوم الطبيعية ، ومن المتابعة ثبت أن الكادميوم مسئول عن تلك الأمراض الصحية المؤذية؛ خاصة إذا ما كان هناك نقص في التغذية بالكالسيوم وفيتامين د، وكذلك لدى النساء، الذين يظلون داخل المنازل في الظلام بعيدين عن التعرض للشمس.

٨-٢-٣ التلوث بالزئبق: من الثابت أن المركبات العضوية للزئبق تسببت في إحداث كثير من الأمراض المتوطنة عند وصولها إلى البيئة والتعرض لها. وأبرز الأمثلة على ذلك كان ما حدث في خليج ميتا ماتا من أمراض، وكان ذلك في نهاية عام ١٩٥٣، عندما ظهر على الأفراد عدد غير طبيعي من إصابات الجهاز العصبي، ومما جعل الفلاحين القرويين من الخليج يتصرفون على نحو غير طبيعي، خاصة الذين يعيشون على شواطئ مدينة كيوشي في أقصى الجنوب من اليابان، وكان مرضًا غامضًا أصاب كلا من الجنسين وفي جميع الأعمار. وظهرت عليهم التأثيرات من علامات على كلا الجهازين العصبي الخارجي السطحي والداخلي المركزي، وكان التكهن بالأسباب غير معروف أو محدد، وأصبح الكثير من المصابين غير قادرين وطريحي الفراش، كما توفي منهم نسبة ٤٠٪، وكان من الملاحظ أن هذه التصرفات غير الطبيعية كانت مصاحبة لما يتم استهلاكه من الأسماك، والتي تم اصطيادها من ذلك الخليج، ودون أن يطرق إلى ذهن أي فرد أن هذا ناتج عن التلوث بمركبات الزئبق، وفي بداية دراسة الأسباب التي أدت إلى حدوث ذلك، لم يكن معروفًا بعد ما هي أعراض التسمم بالزئبق ولم يتضح ذلك بجلاء إلا على فرد كان يعمل في تصنيع مبيدات الفطريات المحتوية على ألكيلات الزئبق، وبعد ذلك تم دراسة ما يحدثه الزئبق من أعراض للتسمم.

وكان مصدر الزئبق الذي وصل إلى مياه الخليج قد أتى من مصنع لإنتاج كلوريد الميثيل (المستخدم في إنتاج بلاستيك پولي ڤينيل كلوريد PVC) والذي يلزم لإنتاجه استخدام كلوريد الزئبق كعامل مساعد، بذلك تم التأكد من انبعاث مركب الزئبق

غير العضوي، حيث تقوم الكائنات الدقيقة الموجودة في ترسبات الخليج بتحويله إلى عضوي (ميثيل الزئبق)، ورغم أن ذلك التحويل يمضي على نحو شديد البطء، ولكن ثبت وجود نسبة كبيرة من ميثيل الزئبق في مياه الخليج، ومما يرجح أن الانبعاث حدثت مباشرة بالزئبق العضوي وليس غير العضوي، وفي ذلك الوقت لم تكن باليابان أي قوانين تمنع حدوث مثل هذا التلوث.

وقد تأثر قرابة ٧٠٠ فرد بذلك التلوث في خليج ميتاماتا، وكان التسمم بمركب ميثيل الزئبق يحدث للمرة الثانية في اليابان، كما حدث بعد ذلك في عام ١٩٦٤ تسمم في بلدة نيجاتا، وفي أعقاب تلوث نهر أيجانو بعوادم صناعية؛ إذ حدثت إصابة لعدد ٥٠٠ فرد. ومن الملاحظ أن اعتماد الأفراد على التغذية بالأسماك كجزء أساسي من نظامهم الغذائي، وبذلك يظلون معرضين لمخاطر التعرض للزئبق، وإن لم يكن على ذات السعة التي حدثت في أي من نيجاتا أو ميتاماتا، حيث وجد أن نسبة من ميثيل الزئبق في الدم تقل بنسبة كثيرة عن الموجود في الأفراد في بلدة أخرى باليابان كانوا يأكلون بصفة مستمرة الأسماك، وبحدود أن الوجبة حوالي ١٠ كيلو جرامات توزع على أفراد العائلة المكونة من ٦ أفراد، وبذلك يزيدون بكثير عن الأفراد الذين يأكلون الأسماك على أوقات متفرقة وبكميات متوسطة.

٨-٢-٤ التلوث بثلاثي اورثوكرسيل الفوسفات (TOCP):

يحدث ذلك المركب تسمم مستوطن نتيجة للحوادث أو عند غش الأطعمة والمشروبات به، وكانت أول حالة تسمم، تم وصفها في أمريكا في أثناء منع تعاطي الكحوليات، كان يتم تعاطيه بدلاً عنها من أنواع المشروبات الأخرى؛ حيث يتم استبدالها لمقابلة ذلك النهم للطلب على الكحولات، وواحد من هذه المشروبات الجنزبيل من جامايكا، وكذلك مما يتم تخميره ثم يضاف إلى مركب (TOCP) لإكسابه المزيد من التأثير كنوع من الخمور القوية، وقدرت الحالات التي أصيبت بالشلل وفيما عرف بشلل الإدمان أو عجز الجنزبيل، حيث قدر بمعرفة مكتب المقاطعة للخمور في عام ١٩٣٠ بإصابة حوالي ٢٠ ألف شخص بذلك الشلل؛ نتيجة لتعاطي شراب جنزبيل جامايكا، وكان بعض الضحايا قد تم شفاؤهم بينما ظل الكثيرون مصابين طوال فترات حياتهم. وفي عام ١٩٥٩ في المغرب بمدينة موراكا حدث تسمم بمركب (TOCP)، نتيجة استخدام زيت معدني لمحركات الطيران، مما أصاب قرابة ١٠ آلاف فرد بذلك الشلل، وعلى نحو استيطاني. وكانت جريمة ذلك الخداع المدروس قد أجبرت على المعاقبة بالإعدام. كما ثبت وجود حالات حدوث التلوث للأطعمة، سواء خلال شحنها بالبواخر أو تخزينها، أو عند استبدال زيوت الطبيخ بمركب (TOCP).

٨-٢-٥ الأعراض المتزامنة لسمية الزيوت:

ثبت أن زيت طبيخ الأطعمة من مسببات التسمم، وقد حدث ذلك في إسبانيا، وفي هذه الحالة لم يكن مركب (TOCP) هو المسئول عن ذلك، ولم يكن محدد ما هو المركب الذي أحدث ذلك، حيث تم وضوح الأعراض في مايو ١٩٨١، عندما توفى صبي عمره ٨ سنوات؛ نتيجة خلل قاتل في التنفس وعدم كفاية الهواء الداخل إليه، وكان الطفل من أسرة من ثماني أفراد يعيشون في مدريد، منهم ٦ أفراد مرضى، كذلك في يونيو ١٩٨١ تم إدخال ٢٠٠ مريض إلى المستشفيات، ثم أعقب ذلك احتجاز ٦٠٠ من الضواحي في المستشفيات، وحتى نهاية شهر أغسطس ١٩٨١ وصل العدد إلى ١٣٠٠٠ فرد يعالجون في المستشفيات، وتوفى منهم ١٠٠ شخص،وفي النهاية وصل العدد إلى ٢٠ ألف ومع وفاة ٤٠٠، وكانت الوفيات سريعة بحدود ٢٪، وكان المرض يبدأ أولاً بحدوث حمى، ثم يتبعها خلل حاد في التنفس، مع التهابات جلدية مبرحة؛ مما جعل بعض المصابين يعتقدون في إصابتهم بالحصبة الألمانية، والعديد من المرضى كان يحدث لهم إصابة في المخ وتلف ومتاعب في القلب غير طبيعية. وثبت عند تتبع الحالات أن السبب زيت طعام تم غشه، وحيث كان يسوق إلى العامة على أنه زيت زيتون نقي، وكان الذي يقوم بالتسويق عدد من الباعة المتجولين، من باب إلى باب وفي عبوات بلاستيكية كبيرة سعة ٥ لتر، ليس عليها أي ملصقات، ولما كان زيت الزيتون من الأنواع المرتفعة الثمن، لذا كان في هذه العبوات الإغراء أمام العمال الفقراء والذين كان الباعة يصلون إليهم، وكانوا هم يقومون بالشراء، وهم كذلك الذين أصيبوا بأعراض التسمم السابق ذكرها، وبالتحليل ثبت أن هذه الزيوت ذات تركيبات متغيرة ولكن تحتوي على نسبة ٩٠٪ من زيت اللفت، ومقادير متغيرة من زيت الصويا والخروع ودهون الحيوانات ونسبة لا تذكر من زيت الزيتون، وثبت تلوث الزيوت بنسبة ١-٥٠ ج ف م (جزء في المليون) بمركب الأنيلين ونسبة في حدود ١٥٠٠-٢٠٠٠ ج في م، من مركب استيانيلين (Acetanilide)، إذ كان ممنوع استيراد زيت اللفت من خارج إسبانيا، إلا إذا كان قد تم إفساده لعدم استخدامه كطعام بإضافة نسبة بحدود ٢٪ انيلين، وبدا أن الذي قام بالغش وإضافة هذه الجرعة قد حاول فصل الأنيلين، لكن أدى إلى تكوين عديد من المركبات الكيميائية الأخرى، واحد منها كان مركب استيانيلين، والذي يتفاعل مع الأحماض الدهنية الموجودة في الزيت منتجًا لمركب أولونيليدين (Oleonilide)، والذي أصلا كان معروف بأنه مسبب للسمية، لكن لم يكن معروفًا بوجوده في الزيت، وبالتحليل ثبت وجود عدد آخر من مركبات الاينلدين، وكان أكثرها تركيزًا الناتج من ثنائي استيرات الحامض الدهني لمركب (1,2 propanediol – 3-aminophenyl)، وبقية مركبات الأنيلين،

وقد اعتبرت نواتج الإسالة منتجة لأيزومرات أخرى، جميعها أدت إلى أن يكون الزيت محدثًا قويًا للسمية.

٨-٢-٦ مركب ثنائي الفينيل متعدد الكلور:

مركب (Polychlorinated Biphenyls) – (PCBs)، وقد حدث تسمم للأفراد في اليابان، (التي يبدو أن لديها عديدًا من الحوادث للتلوث) كما حدث أيضا في تايوان. حيث ظهرت الأعراض أولا في غرب اليابان عام ١٩٦٨، ذلك عندما لوحظ إصابة عدد من العائلات بمركب كلورسين (Chloracine)، مع تغير في حالة الجلد للمصابين، مثال ما حدث في كارثة سينا ستو، حيث إن ذلك المركب أكثر تأثيرًا عن النوع الذي يحدث للمراهقين، حيث يكون له توزيع أوسع ومختلف في الجسم، ومع التميز بحدوثه في المثانة، والتي تحتوي على سائل أصفر اللون مع الكلورسين في الكبار، ولكن ليس في المراهقين. وقد أوضحت دراسات علم الأوبئة وجود حالات أخرى أخف، وثبت أن هذه التعرضات تحدث مع أحد أنواع زيوت الأرز، والتي ثبت أيضا تلوثها بمركب (PCBs)، ويبدو أنه وصل إلى الزيت بالتسرب من الماكينات التي استخدمت في إنتاج الزيت، حيث كان يستخدم (PCBs) كسائل ناقل للحرارة، على نحو ما هو معتاد في الصناعة، ومع نهاية عام ١٩٧٧ وصل عدد المصابين إلى ١٦٦٥ فردًا، وعرف بمرض ياشو (Yasho)، وكان المرضى يعانون من أعراض فقد الشهية، والتراخي مع الكسل، والغثيان والقيء، وكذلك الضعف مع الوصول في النهاية إلى فقدان الإحساس، كما أن بعضهم أصيب بزيادة في إكساب لون للوجه والأظافر.

ومع متابعة هؤلاء المرضى من عام ١٩٦٩ إلى عام ١٩٧٥، وجد أن نسبة ٦٤٪ من الحالات قد تحسن لديهم التشوه الذي وصل إلى الجلد، ولكن البعض من الأمراض ظلت باقية متضمنة الإحساس بالإرهاق والصداع والكحة وآلام البطن مع البعض، كذلك الإحساس بالتخدر وعديد من الآلام، وفي النساء يحدث تغير في فترات الحيض، كما وجد تأثير على نواحي المقدرة الذهنية، مع عدم النمو للأطفال وكذلك عدم التطور للأسنان، والأطفال الذين تعرضوا للإصابة حدث لهم أيضًا زيادة في اكتسابهم لتلون الجلد. كما ثبت ارتفاع في نسب مركب الثلاث جلسيريد (Triglyceride) وصل إلى ١٣٤±٦٠ ميل جرام/ ١٠٠ ملي، بينما الطبيعي في حدود ٧٤±٢٩ ملي جرام/ ١٠٠ ملي، وكان ذلك لدى الأفراد الذين لم يتعرضوا للملوثات وإنما وصل إليهم من البيئة الطبيعية.

كذلك وصل التعرض وحدوث السمية من مركب (PCB) إلى تايوان في ربيع وصيف عام ١٩٧٩ وفي أماكن متعددة من البلد، وكانت الأعراض مميزة، مقارنة بما حدث في اليابان، وكان السبب أيضًا التلوث لزيت الأرز بذلك المركب، حيث وصل عدد الإصابات إلى ١٨٠٠ فرد.

كذلك ثبت وجود زيادة في تأثير المركبات عند تفاعلها واتحادها معًا، مقارنة بمجموع ما تحدثه معا كل على حدة، أي حدث زيادة في النتائج.

٨-٢-٧ مركب ثنائي الفينيل متعدد البروم:

يستخدم مركب (PBB) – (Poly Brominated Biphenyl) كمركب طارد لحدوث الاشتعال في البلاستيكات، لكن في مايو ويونيو عام ١٩٧٣ وصل عدد من العبوات التي أرسلت بالخطأ على أنها إضافات للأغذية، وكانت الشركة المصنعة لمركب (PBB) عادة ما تقوم أيضا بتوريد أوكسيد الماغنسيوم (MGO) للإضافة إلى مواد تغذية المواشي، ولكن نفس المركبين (PBB)&(MGO) تتم تعبئتهم في عبوات لها نفس اللون، ومما أحدث الخطأ رغم أن عبوات (PBB) كان مكتوبًا عليها مضاد للنيران، وليس إضافة للأغذية، وكان ذلك الاختلاف واضحا لدى العاملين في استقبال وتخزين الأكياس، مركب (MGO) لم يسبق أن أدخل في التغذية، ومما استدعى توزيعه في مختلف الأماكن لتغذية الأبقار السليمة، ولكن ظهرت في أغسطس عام ١٩٧٢ وجود أبقار مريضة، وفي نهاية العام ثبت أن التغذية هي المسئولة عن إحداث هذه الأمراض، ورغم ذلك فإن التلوث استمر حيث اكتشف وجود (PBB) وكان ذلك في مايو ١٩٧٤ (أي بعد ٩ شهور)، ومن ثم بدأت محاولة للحد من هذا التلوث، لكن منذ بداية التلوث كانت الألبان تدفع إلى الأسواق ، كما أن الأبقار ذاتها وغيرها مما يتم تغذيته من حيوانات يتم ذبحها وتسويقها كلحوم، وعندما تم أخذ عينة من عدد ٢٠٠٠ فرد، وجد أن لدى أكثر من نصفهم تركيزًا من مركب (PBB) يزيد عن ١٠ ج ف ب، وكان ذلك في الدهون بأجسامهم، ولم يكن لدى أغلب الأفراد من العامة، الذين لم يكن لديهم ذلك التلوث في أنسجة الدهون، ولكن كان لدى الفلاحين وآخرين من المستهلكين المباشرين للحوم الملوثة أعلى تركيز من مركب (PBB)، وفي دراسة مبدئية وجد أن ٢١٧ فلاحًا قد أثبتوا أنهم لا يوجد لديهم أي تأثيرات على صحتهم، ولكن تم انتقاء الدراسة على أساس أن المجموعة المرجعية قد سبق أن تعرضت أيضًا لمركب (PBB) مما دفع إلى إجراء دراسة ثانية، وقد وجدت تأثيرات متعددة منها ظهور حب الشباب، مع الشكوى من الصداع والغثيان والإحباط، وعديد من الأعراض الأخرى غير المحددة، كما ثبت أن إنزيمات الكبد

كانت أعلى سواء لدى الفلاحين في ميتشجان أو في المناطق المجاورة لها، كما وجد أن الأفراد الذين لديهم هذه الأعراض لديهم زيادة ملحوظة من الإنزيمات، ومع حدوث تغيرات في نظامهم المناعي، كما أن بعض الأفراد قد حدث لديهم تضخم في الكبد وحساسية في الجهاز العصبي، وفي الدراسات اللاحقة وجد أن نسبة (PBB) في عصارتهم تقل على نحو ملحوظ، بينما زادت نسبة وجود مركب (PCB) -السابق تناوله- وعلى نحو أزيد من نسبة (PBB). ورغم أنه لا توجد علاقة بين الخروج من وظائف الكبد عن المعتاد وتركيز (PBB) في العصائر، ولكن وجد ارتباط سالب مع نسبة (PBB)، وكذلك من حيث الاختبارات على وظائف الغدة الدرقية.

ومما يوحي بوجود ملوثات أخرى موجودة، وتؤثر على نحو مختلف عما يحدثه (PBB) أو بين الانخفاض في نسبته منذ ابتلاعه إلى حين بداية هذه الدراسات، ومما يثبت أن نسبة وجود (PBB) في الدم والدهن ليست بالمؤشرات الجيدة عما يحدث لأعضاء الجسم.

وبالنسبة للحيوانات أثناء هذه الاختبارات قد توفى أو تم ذبح حوالي ربع مليون بقرة، و ١٠٦ مليون دجاجة، وعدة آلاف من الخنازير.

٨-٢-٨ الديوكسين: إضافة إلى ما سبق ذكره، فإن ما حدث في ولاية ميسوري من تعرض مستوطن للديوكسين في بداية عام ١٩٧١، عندما تم أخذ مخلفات النباتات المحتوية على مركبات الكلوروفينول وأضيفت إلى الزيوت المتخلفة، واستخدمت في مواقع متعددة للتحكم في التربة. وكان الديوكسين من الملوثات لذلك الخليط وبنسبة في حدود ٣٣ ج ف م، وعلى نحو أقل في المناطق السكانية، ولم يكن هناك ما يذكر عن حدوث سمية قاتلة، ورغم أن طفلاً كان يلعب في مناطق الركوب السابقة تلوثها بذلك الخليط، فقد حدث لديه اضطراب في المثانة، كذلك وجد لدى بعض الأفراد إحباط وتأثير على استجابة المناعة وعلى مقاومة جلودهم، وقد أوضحت الدراسات بعد ذلك ثبوت حدوث هذه الأعراض.

٨-٢-٩ التسمم بالرصاص: استخدامات الرصاص تصنع عديدًا من التلوثات، مما يتسبب في حدوث الأمراض الشائعة وحالات الوفاة، لكن حاليا يحدث على نحو يقل بكثير عما كان في السابق، ومن أخطر أنواع التلوث استخدام الغش بمركبات الرصاص؛ من أجل تحسين طعم أنواع الخمر الرديئة ومما يزيد من مبيعاتها، وخلال القرن التاسع عشر حدث ما يؤكد ذلك من حدوث عديد من حالات التسمم بالرصاص؛ خاصة الرصاص المستخدم في لحامات أغطية وجوانب علب حفظ العصائر والمشروبات.

ومع التوسع في استخدام لخامات الرصاص في أوعية الطبخ وأنواع الزجاجات، إضافة إلى أنواع الغش المدروسة جيدا، فإن ذلك يؤدي إلى كثير من التعرض للرصاص، خاصة خلال القرون الماضية، والتي تزيد بحوالي ٢-٣ مرات ضعف ما هو حادث حاليًا.

٨-٣ التعرضات المصاحبة :

التعرض للتلوث بالكيماويات الموجودة في البيئة حولنا لا يمكن الهروب منه طوال حياتنا، حيث إنه لا يمكن الاستغناء عن الكيماويات؛ إذ إنها أساسية لحياتنا، وقد كان التلوث خلال عصر ما قبل التاريخ، حين كان الإنسان يعتمد على صيد الحيوانات، تقريبًا لا وجود له، لكن كل ذلك تغير، خاصة مع بداية التعدين واستخراج المعادن من المناجم، ثم مع بداية عمليات التصنيع واستمرارها وتطورها. ومن اللازم إيضاح أن هناك تغيرين ملحوظين في عمليات التعرض: الأول، حدث مع الثورة الصناعية، على الأخص خلال ما تم في القرن التاسع عشر، حيث كان يتم قذف كميات كبيرة من الكيماويات إلى البيئة وعلى نحو مباشر؛ مما أدى إلى إحداث الزيادة الكبيرة في التلوث وعلى نحو سريع الحدوث، الأمر الثاني: كان حرق المقطرات البترولية، وأيضًا على نحو كبير دون الاحتراس من حدوث التلوث. بذلك كان القرن التاسع عشر هو الوقت الذي انتشر وزاد فيه التلوث؛ بحيث أصبح من النادر وجود أي طعام لم يكن قد حدث له تلوث أو غش، حتى بعد أن وجدت الوسائل لفصل ماء الشرب عن ماء الصرف والمجاري، قرب نهاية القرن التاسع عشر، حتى إن لم يكن ملوثًا بالكيماويات، فقد كان يحتوي على المخاطر من الفيروسات والميكروبات.

ورغم كل ذلك الذي حدث، والمخاوف القائمة فإن ما يتم أكله أو شربه، هو أفضل وأكثر أمانًا عما كان قبل ذلك في الماضي، والتغير الذي كان ملاحظًا خلال النصف الأول من القرن العشرين، هو الزيادة الكبيرة في كميات وأنواع الكيماويات، وخاصة من الأنواع العضوية، وعلى نحو قارب الضعف، حيث لا توجد أي وسائل تستطيع أن تمنع هروب وانبعاث الكيماويات فيما يحيط بها من وسط، عندما يتم صنعها أو استخدامها، بذلك لا يوجد أي شك في أننا جميعًا نتعرض للكثير من أنواع الكيماويات، وأكثر عما كان يحدث سابقًا.

والثابت أنه يمكن قياس وتحديد وجود جميع التلوثات الموجودة في البيئة، حتى لو كانت في كميات صغيرة جدًّا، ومما أوجد وسيلة جيدة للإعلام والإعلان عنها، خاصة وأن عديدًا من الكيماويات لها القدرة على إحداث الأمراض الخطيرة أو البسيطة، وكذلك الشائعة أو المحدودة، والتي نتعرض جميعا لها، سواء كانت على هيئة

مبيدات حشرية للحشائش أو الفطريات، أو كمواد حافظة، أو إضافات للأطعمة، أو أسمدة، والكثير غيرها، كما تشتمل على عديد من المعادن، مثال: الزئبق، الكادميوم، الرصاص، الألمنيوم، وغيرها وجميعها له خطورته، وبالتأكيد توجد بعض الأمراض التي يتم ظهورها في أعقاب بعض التغيرات البيئية، مما تصنف على أنها من الأمراض الحديثة ، وعلى أساس أنه لا يوجد لها وصف دقيق وصحيح، وإلى ما قبل القرن التاسع عشر، لكن تحديد العامل الذي يعزي إليه التسبب في إحداث هذه الأمراض وظهورها، لم يكن واضحًا تمامًا، وما الدور الذي تقوم به الكيماويات الموجودة في البيئة، وكذلك بالنسبة للأدوية والمستحضرات الطبية، كما أن عدم الوضوح شمل أيضًا ما يصل إلى الحيوانات من أنواع الكيماويات، وما ينتج عنها من أمراض أو تأثيرات.

ومن الأمثلة الواضحة ما يحدثه الرصاص الموجود في الجازولين من أضرار صحية للعامة، خاصة الأطفال، والذي يبدو أن بدايته كانت عندما تم معرفة أن مركب رابع إيثيل الرصاص (TEL) كما سبق الذكر مسبب عالي جدًّا لإحداث السمية، حيث كان يستخدم بتوسع لمنع حدوث الدق بالمحركات، إذ فشلت أغلب ما تم اتخاذه من إجراءات احتياطية عند تداوله واستخدامه، مع قلة الحالات التي تم ملاحظتها صناعيًّا؛ ذلك أن الرصاص كان ينبعث مع عادم المحركات في الصورة غير العضوية على هيئة أوكسيد الرصاص، وليس على صورته العضوية (ألكيلات الرصاص)، وكانت الزيادة في تلوث الهواء بالرصاص تأتي مع الزيادة في الكثافة المرورية داخل المدن؛ مما أكد أن ذلك المصدر للرصاص هو الأساس الأكبر، حيث وصل إلى حدود ٢ مليجرام / م٣ من الهواء، وقد تبع تلك الزيادة أن زادت نسبة الرصاص في أجسام ودم الأفراد، وقد وجد أن ذلك يحدث التأثيرات الكبيرة على النظام العصبي لدى الأفراد، خاصة الأطفال، كما يحدث في بعض التأثيرات الفيزولوجية غير العادية، مقارنة إذا ما كانت نسبة التلوث أقل عن ذلك بكثير، وقد أدى ذلك إلى أن يثبت هذا في ذهن الأفراد من العامة.

والأطفال الذين يسكنون في المناطق المرورية العالية الكثافة كانت نسبة الرصاص في دمائهم عالية، وأكثر عما يوجد في دم الأطفال البعيدين عن هذه المناطق. وقد أجرى عديد من الدراسات حول علاقة مستوى الرصاص في الدم بالأسنان، ومقارنة الأفراد خاصة الأطفال، عندما يكون ذلك المستوى مرتفعًا، مقارنة بما يكون منخفضًا، حيث وجد أن انخفاض نسبة الرصاص يحسن من حالة الأسنان، ويزيد من

مستوى الذكاء، ودراسة مستوى الذكاء يتداخل في قياسها عوامل أخرى، مثال: ذكاء الأم بالنسبة للمواليد من الأطفال، عدد أفراد العائلية، الحالة الاجتماعية، ومستوى الدخل، وجودة العلاقات العائلية القائمة. وفي بعض الدراسات، فإن أخذ هذه العوامل في الحسبان، فإن تأثير تركيز الرصاص على الأسنان قد يختفي، كذلك فإن وجود الرصاص كملوث للبيئة له تأثير محدود وهامشي على أداء الأطفال. ومما يجعله ليس بأهمية العوامل الاجتماعية، وليس ذلك بالتأكيد الوضع كملوث للبيئة له تأثير محدود وهامشي على أداء الأطفال، الذين يعانون من الإصابة بالتسمم من تأثير الرصاص، وبما يسببه من تأثير على المخ والدماغ، أو عندما يحمل المخاطر الجادة من الإصابة بأمراض ثانوية أخرى، إلا إذا كانت المعالجة فعالة وحازمة. وفي أغلب الحالات فإن إصابة الأطفال بالتسمم بالرصاص، فإن مصدر الرصاص راجع إلى أنواع البويات القديمة، التي كان يستخدم في إنتاجها الرصاص، وعلى الرغم من ذلك فإن من غير الممكن إيجاد الإدانة، حيث أن عديدًا من الأفراد لديهم المفهوم العكسي، وهذا في الواقع هو القائم. وهناك سبب واحد ألا وهو الاحتياج لإيجاد سبب محدد يرجع إلى وجود خطأ عالمي شائع، وإذا لم تستطع التحديد الدقيق للمسبب، فإنه غالبا ما يتم قبل أي طرح منطقي ومعقول. والاحتياج إلى إيجاد مسبب خارجي للمرض أو الإخفاق فإنه من المعروف أن ذلك فشل من الأفراد، لكن ذلك يترك الباب مفتوحًا أمام ما يمكن أن يطلق عليه الأسباب الخلفية، والتي من الممكن أن تكون جميعها محصلة وراجعة إلى ما هو موجود في البيئة من كيماويات.

٨-٤ المضامين:

الكوارث والتعرض المستمر والمستوطن للكيماويات الموجودة في البيئة يحدث بدون شك تأثيرات حادة على الأفراد والتي يصاحبها إحداث الأمراض والوفيات. والحوادث التي ينتج عنها التعرض الكارثي؛ نتيجة عدم إمكانية التنبؤ بها، لكن بعض الخطوات التي من الممكن اتخاذها للإقلال من حدوثها. فإن ذلك يعتمد على إيجاد نظم السلامة الكافية وبما تشتمل عليه من وسائل الصيانة والمراقبة الفعالة، ووسائل إعلام وتعليم القوى العاملة.

والتعرض المستوطن هو الأكثر خطورة من جميع أنواع التعرضات للبيئة؛ ذلك إنه من الصعب رؤية كيف يمكن سهولة التحكم فيه؛ إذ إن أغلبه ينتج عن التصرفات من الأفراد الصانعة للتلوث، وعلى نحو يزيد عما ينتج من حوادث أو الوسائل، التي لا توجد للتعامل مع الظواهر غير المحببة أو المطلوبة، والتي لا تتغير من قبل الأفراد أو يتم احتواؤها، والتحكم في الانبعاثات وما يصل منها إلى الأنهار أو غيرها من المياه

الأرضية، فعلى سبيل المثال من الممكن تحقيقه، إذا ما كان الجسم قادرًا على التصرف معها بفاعلية، وإذا ما كانت العقوبات الممكن فرضها على صانعي التلوث من المتاح تنفيذها على نحو جاد وصادق، ومن المحزن وجود انعكاس من الصناعات في الغرب، والتي تقوم بتصدير العمليات التي تصنع المخاطر؛ لكي تكون خارج بلدانها ولتوجد في الدول النامية، حيث لا زال النمو التكنولوجي يعطي الأولوية الأعلى مقارنة بإجراءات السلامة.

والتعرض المصاحب للعمليات هو الأقل من حيث المقدرة والتأثيرات، ويبدو من أغلب الإنذارات بالنسبة للعامة من الأفراد، ولربما يسبب بعض الخوف حول النتائج، التي تكون الأكثر اعتبارًا مقارنة بغيرها من المؤثرات. ولأخذ تأثيرات الرصاص في الجازولين بالنسبة لتصرفات الأطفال في الاعتبار، على سبيل المثال، ودون أي رغبة أيضا فيما يخص العوامل الاجتماعية، مثال المنازل غير الصحية أو الكافية، الغذاء والسن والفقر، الرعاية الفقيرة أو المنعدمة، أو المدارس السيئة والصغيرة، وخلاصة مما يعتبر خارج المقارنة، ويبدو على نحو أهم من عدم إلقاء الطفل مع الماء المستخدم في غسيله للمرة الأولى، ولكن بعدم القيام أصلاً بغسيله على الإطلاق.

والتعليم المناسب للعامة حول المخاطر المحيطة والقائمة، يتيح الاختبارات المناسبة، التي من الممكن للحكومات القيام بها، سواء على المستوى القومي أو الدولي. ويشير التاريخ الحديث إلى وجود لوبي صناعي غير موثوق بكفاءته، مع عدم وجود وسائل لعقوبته، دون وجود العقوبات الحقيقية على القائمين بالغش والتلوث، والتسبب في عدم إتباع القوانين، فإن ذلك غير كافٍ من أجل تحقيق الحماية للعامة من المصادر القائمة لإحداث التأثيرات المؤذية.



٩- التلوث وصحة الأفراد

الأفراد لا يستطيعون الهروب خارج البيئة التي يعشون فيها، والتي تسببوا في تلوثها، ولقد أصبح التلوث الصناعي مسئولاِ عن كثير من الكوارث البيئية، مثال كارثة بلدة بهوبال (PHopal) بالهند، التي سبق ذكرها، حيث أصيب آلاف بعضهم توفى، وأصيب كثيرون منهم بالعمى، مع تسرب المبيدات لمسافة ٩٤ كيلومترًا.

إن حماية البيئة في احتياج إلى استثمارات، وهذا ما يحدث في الدول الصناعية والمتقدمة، لكن لازال لم يحدث بعد في أغلب دول العالم الثالث؛ إذ لازالت هذه الدول تفتقد المقارنة بين الحادث من خسائر بيئية، والتكاليف اللازمة لحماية البيئة وحيث يتضح أن الخسائر تزيد كثير عن التكاليف اللازمة، وتشتمل على الخسائر الحادثة من التلوث في الهواء، الماء، التربة، إضافة إلى التلوث الضوضائي.

إضافة إلى أن حماية البيئة تخلق عديد من الوظائف وفرص العمل، والذي يبحث عنه عديد من هذه الدول النامية.

والأمراض التي يحدثها التلوث تذكر كأمثلة، وليس على سبيل الحصر:

٩-١ أمراض الجهاز التنفسي والرئتين:

نتيجة تلوث الهوا، يوجد لدى العاملين بالمناجم، نتيجة استنشاق الغبار بالأتربة المتصاعدة عن المركبات الموجودة في المناجم، أن أصبحت الرئة لديهم سوداء وصلبة، حيث أطلق على هذه الحالة مسمى رئة المنجم (Miner's Lung)، كذلك العاملين في غزل ونسج الأقطان أو ورش النجارة، حيث مع الوقت تصاب رئاتهم بالتلف؛ نتيجة ما يترسب بداخلها عن هذه الأنشطة، ومع الوقت تقل كفاءة الرئتين ويصبح التنفس صعبا يعقبه أمراض الشعب الهوائية واحتمالات حدوث السرطان، وتوجد الأمثلة الكثيرة من صناعات التعدين، الكيماويات بأنواعها، إضافة إلى التمريض والأطباء، أخصائي الأسنان وكذلك رجال الإطفاء.

إن كلاً من الأنف والقصبة الهوائية تعمل بكفاءة على تنقية الهواء الداخل إلى الرئتين مما قد يحمله من ملوثات أو دخان، بكفاءة عالية، ولكن تنقلها الملوثات وتجعلها غير قادرة على أن تؤدي عملها، ومما يجعل الملوثات تصل بسهولة إلى الرئتين. ويتوقف تأثير هذه الملوثات على كميتها أو تركيزها في الهواء، وكذلك على حالة الفرد ودرجة قابليته للإصابة، ومن أهم تأثيرات الملوثات الآتي:

- حدوث التسمم للأفراد.
- الإصابة بالسرطانات.

- التهاب الأعين والجهاز التنفسي (الرئة، الشعب الهوائية) وما يحدث معه من أمراض، مثال الربو، انتفاخ الرئة، إضافة إلى الأسنان والعظام. كذلك تشوهات الأجنة لدى النساء الحوامل، وما يزيد من المواليد من ذوي الاحتياجات الخاصة.
- الإضرار بالتربة إلى درجة تسممها، ونقص نسب ما بها من مواد مغذية أو أسمدة أو مياه لازمة للزراعة، وتشمل أنواع ملوثات الهواء الآتي:

١- نواتج حرق الوقود الحيوي المحتوي على نسب من الكبريت أو النيتروجين مع عدم احتراقه بالكامل، وبالتالي ينبعث منه أول أوكسيد الكربون، وتزداد نسب التلوث عند حرق السوائل البترولية، يضاف إلى هذه الملوثات المركبات العضوية الخفيفة والمتطايرة، والجزئيات الهيدروكاربونية الدقيقة والعالقة.

٢- نواتج حرق المخلفات الصناعية والكيميائية؛ حتى عند إعادة تدويرها واستخدامها.

٣- الأتربة ومخلفات النباتات من حبوب اللقاح، أو غبار القطن والمبيدات بأنواعها.

٤- مواد البناء ومركبات الأسمنت، وكذلك خزانات الغازات السامة بالقرب من التجمعات السكانية.

٥- الاشعاعات الذرية بأنواعها.

٦- البكتريا والجراثيم الناتجة عن تحلل المواد العضوية، من نباتات أو حيوانات أو فضلات.

ومن المهم ذكر أن زيادة النباتات الخضراء يزيد من نقاء الهواء؛ نظرًا لامتصاص ثاني أوكسيد الكربون وانبعاث الأوكسجين خلال عمليات التمثيل الضوئي، لكن مع إزالة المساحات الخضراء وقطع الأشجار فإن ذلك يؤدي إلى مزيد من التلوث الهواء مع انعدام هذه الوسيلة المهمة والطبيعية لتنقيته، يضاف إلى ذلك ما يحدث من انبعاث الدخان الضبابي (Smog)، الناتج من تفاعل أوكسيد النيتروجين مع المركبات العضوية المتطايرة؛ حيث يكون ذا لون أسود أو رمادي، ويستمر جاثما فوق المصانع والمدن لفترات طويلة – وكمثال ما يرى من فوق جبل المقطم كسحابة تغطي مدينة القاهرة، طوال الوقت في أغلب فصول السنة.

وتذوب هذه الغازات في السحب لتصنع الأمطار الحامضية، التي تسقط ثانية على الأرض لتصيب بالأضرار المباني والمنشآت والآثار، إضافة للأنهار والبحيرات، حيث يتبع أحيانًا في علاج هذه الحموضة الرش بتراب الجير على سطح الماء لمعادلتها.

ومن أخطر ملوثات الهواء: الرصاص والاسبوتس.

وتشمل مصادر التلوث بالرصاص: العمليات المعدنية المختلفة، البويات، المبيدات، البطاريات، الطباعة. حيث تكمن الخطورة، في أن الجسم يتأثر بما يصل إليه من نسب الرصاص الناتج عن التلوث إلى أن تصل هذه النسب إلى الحد الحرج. وتشمل أمراض التسمم بالرصاص:الإسهال، الإمساك، شلل اليدين والقدمين، ضعف الإبصار، إضافة إلى حالات المغص، وكذلك الاكتئاب والتهيج العصبي. وقد يؤدي التسمم بالرصاص لدى السيدات إلى العقم وتشوهات الأجنة وأحيانًا الإجهاض.

ومن أبرز علامات التسمم بالرصاص وجود خط أزرق على اللثة، عند اتصالها بالأسنان مع وجود أنيميا وفقر دم، ولذا من اللازم عند التعرض للرصاص أو احتمالية التسمم به ضرورة ارتداء الملابس الواقية والأقنعة والقفازات، مع الاهتمام بالنظافة وغسيل الأيدي جيدًا قبل تناول الطعام أو الشراب، مع خفض معدلات الانبعاث أو التلوث، واستخدام المكانس الكهربائية عند التنظيف للمواقع الملوثة.

أما الأسبستوس فهو معدن رمادي اللون على صورة ألياف، يستخدم للعزل ضد الحرارة والكهرباء، وقد يستنشق الفرد تلك الألياف تصل إلى الرئتين وتحدث تليفًا، ومرض يعرف باسم «الأستبوس» مع احتمال حدوث سرطان بأنسجة الرئة، وعدم قدرة المصاب على أداء أي مجهود، وانخفاض كفاءة الرئة ووظائفها، فلا تستطيع إيصال الأوكسجين إلى الدم.

وقد يحدث الأستبوس أورامًا سرطانية في الحنجرة، أو الثدي أو المبايض أو الجهاز الهضمي، أو العظام والدم؛ مما يوجب عدم التعرض لغبار الأسبستوس قدر الإمكان أو الإقلال من فترات هذا التعرض.

٩-٢ تأثر الأطفال بتلوث الهواء: الأطفال هم الأكثر معاناة من تلوث الهواء، والتي تؤثر بشدة على أجسامهم الغضة، ولا فرق في ذلك بين الأطفال في الدول الفقيرة والغنية، أو بين أطفال العالم الثالث والأول، ومن المؤثرات المهمة البيئية والمؤثرة دخان السجائر والمياه غير الصالحة للشرب (النظيفة)، وتعرض الأطفال لتلوث الهواء مؤثر على نمو الرئة

وكفاءتها؛ خاصة إذا استمر لفترات طويلة، وقد أظهرت الدراسات أن الأطفال الذين يعيشون في مناطق ذات معدلات منخفضة من تلوث الهواء يظهرون نموًا طبيعيًا للرئة، بل وكفاءة كبيرة لأداء وظائفها، مقارنة بالأطفال الذين يعيشون بمناطق تعاني من معدلات تلوث عالية للهواء. بذلك، فإن الهواء النقي مهم جدًا لصحة الأطفال ولنمو الرئتين وكفاءة وظائفها. ويتضح ذلك بجلاء عند مراجعة الزيادة في معدلات تردد الأطفال على عيادات الطوارئ والأطباء في المناطق الملوثة للهواء؛ خاصة إذا كانت ملوثات غازية كيميائية وليست أتربة وحبوب لقاح، أو أن بعض هذه الغازات ذات جزئيات صغيرة جدًا، وتستطيع اختراق أنظمة الدفاع لدى الأطفال، وإذا ما استمر وجود الأطفال في البيئة الملوثة خلال سنوات المراهقة؛ إذ إن نمو الرئة يستمر إلى نهاية السنة العشرين، أي إلى ما بعد سن المراهقة، وكذلك من أخطر الملوثات المؤثرة بشدة على صحة الأطفال المبيدات الحشرية والتدخين والرصاص من المصادر المختلفة. ومن أهم الأمراض التي تصيب الأطفال نتيجة تلوث الهواء: الصداع، الدوار، ضيق التنفس، الغثيان، التهاب الحلق، حساسية الجلد، التسمم، اضطراب وظائف القلب وتظل كامنة في أنسجة السجاد والمفروشات، وبعض الأعشاب والنباتات الموجودة في الحدائق؛ وخاصة وأن المبيدات الحشرية تستمر موجودة عالقة في الهواء لعدة أسابيع، وربما لعدة شهورَ أو سنوات، إذ إن أجسام الأطفال لا تستطيع معادلة هذه السموم وإخراجها عن طريق البول، كما يحدث عند الكبار والبالغين؛ لأنها تدمر خلايا الجهاز التناسلي والكبد والكلى.

وأحيانًا يحدث التلوث تسمم للأعصاب، إذا حدث في مراحل حرجة من النمو، مما قد يترك آثارًا مستديمة على وظائف المخ، واحتمالية ارتفاع معدلات الإصابة بالسرطان.

إن النظافة العامة والجيدة أكثر مناسبة وبديلاً جيدًا عن استخدام المبيدات الحشرية والحشائشية. ولذا من المهم اعتبار أن صحة الأطفال وأمنهم أكثر أهمية وتأثيرًا عن إزالة الحشائش الضارة.

ومن المهم أن يعطي الإعلام المسموع والمقروء الاهتمام بهذه الملوثات وتأثيراتها، خاصة على الأطفال ومما يعطي الفرصة للتأمين والعلاج وبصورة صحيحة وجيدة وعلمية.

ومن المهم كذلك لفت النظر إلى عبوات الماء من أنواع البلاستيك، خاصة المحتوى تركيبها عل الكلور (P.V.C)؛ إذ إنها تكون شديدة السمية ومؤثرة على صحة الأطفال وأيضا الكبار، ورغم كل هذه المحاذير فإن أمريكا لا تمنع إنتاج المبيدات بأنواعها، وكذلك تسمح باستخدام العبوات البلاستيكية؛ لحماية الصناعات المحلية لديها.

٩-٣ الأشجار والمحاصيل والنباتات:

في أوروبا يصنف ثاني أوكسيد الكبريت على أنه الملوث الرئيسي، لكن في أمريكا فإن الأوزون هو الأكثر انتشارًا. وحاليا فقد تم بتوسع دراسة تأثير هذين الملوثين على النباتات؛ حيث أوضحت وجود تغيرات فزيولوجية، والتي لا يمكن ملاحظتها على الفور بالرؤى المباشرة، بينما توجد تأثيرات غير مرئية، من أهمها الخفض في نمو النباتات؛ وكذلك فيما تطرحه من إنتاجية، وأيضا على مدى قدرة النباتات في أن تستمر في الحياة والنمو، إذا ما حدث، وإن تعرضت لضغوط بيئية خلال فترات حدوث هذه الضغوط، وقد استمر ذلك الاهتمام والتفسير إلى بداية عقد الثمانينيات؛ حيث حدثت التغيرات الآتية.

١- المزيد من الاهتمام بالأشجار، بدلاً من أنواع النباتات وعلى الأخص مع الأهمية الاقتصادية المتزايدة في أوروبا وشمال أمريكا.

٢- توفير معلومات مهمة وأفضل حول الحادث من تغيرات في الملوثات الموجودة في الجو؛ مما أدى إلى المزيد من الاهتمام حول الحادث من اتحادات بين المكونات، على سبيل المثال اتحاد ثاني أوكسيد الكبريت مع أكاسيد النيتروجين، أو مع الأوزون.

٣- إعطاء المزيد من الاهتمام بالنواحي المالية الموجهة إلى البحوث والتسهيلات المالية المخصصة للتجارب البحثية والدراسية، بحيث إنها تحسنت على نحو كبير.

كان الدافع المهم من التغير من النباتات إلى الأشجار التقارير التي حملت الكثير من القلق على الحادث من تدمير على الغابات؛ خاصة في دول منتصف أوروبا وأيضا في شمال أمريكا، والتي تزايدت على نحو سيء من عام إلى بعده. ومنذ عام ١٩٨٠ وعلى الرغم مما حدث من التوسع في المجهودات البحثية، فإن السبب الذي كان محددًا بوضوح هو التناقص في الحالة الصحية للأشجار، ولأسباب غير معروفة. وحاليًا، فإن بعض التأثيرات بسبب بعض أنواع الملوثات قد أصبحت أفضل تحديدًا، ولكن هذه التعديات تركزت على استخدام النباتات العشبية وليس الأشجار، وحاليًا فلازال من شدة الصعبة أداء الاختبارات المنطقية على الأشجار، وعادة وجود عدم تأكيدات حول المعلومات الخاصة بالنباتات العشبية على الأشجار.

٩-٣-١ ثاني أوكسيد الكبريت

الكبريت واحد من أهم المعادن الغذائية للبناتات، وعادة ما يتم أخذه من التربة إلى جذور النباتات، على صورة كبريتات، ثم لينتقل من الجذور إلى الأوراق. والإنزيمات التي تقوم بأخذ الكبريتات تكون موجودة في الأوراق؛ حيث تتحرك الأشكال من مركبات الكبريت لتستخدمها في تحضير الأحماض الأمينية، وخلال عملية الاختزال هذه لايونات الكبريتات، فإنه يحدث انتقال لتكون الكبريتيت، لكن دون أن يؤدي ذلك إلى أي تجمع ملحوظ لهذه الأيون. كذلك يمكن أخذ الكبريت مباشرة بواسطة الأوراق، وبالتالي مع ثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء بين النباتات والجو، والتي تعتبر الأساس لعديد من العمليات الفيزيولوجية، مثال: التخليق الضوئي، والتنفس والنتح الذي تفرزه النباتات، وتبادل الغازات مع الجو، ويتم التحكم فيها بالفتح والغلق .. وليتم أخذ الملوثات مثال ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2)؛ حيث تظن أيضًا بأنها تحدث أساسًا من غلق الفجوات الموجودة على سطح الأوراق. وعلى الرغم من ذلك، فإن بعض الوقائع الحديثة تخمن أن بعض الغازات الملوثة من المحتمل أن تمتص من خلال بشرة الأوراق، وبالتالي لها تأثير مهم في طول تكامل البشرة، ومما يؤدي إلى المزيد من فقدان الماء.

وعند دخول ثاني أوكسيد الكبريت إلى الأوراق من الجو من خلال الفتحات والثغرات الموجودة، فإنه يقوم بالذوبان في الماء الرقيق الموجود على الأوراق في الوسط منها، وداخل ذلك مكونًا أيونات الكبريت وثنائية الكبريتات، وهناك تأكيد مقبول بأن ثاني أوكسيد الكبريت عند ذوبانه يظل باقيًا داخل الأوراق، بحيث إن الطبيعة المائية من خلايا النسيج الأوسط للورقة تكون جزءًا من الممر الذي تسلكه المياه من التربة لتتوزع في الخلايا المختلفة في الورقة. وبذلك، فإن أيونات الكبريتات ستوجد على نحو طبيعي، ولكن ليس الكبريتيت أو ثنائية الكبريتيت بتركيزات محسوسة. وحاليًا، فمن المستحيل تكنولوجيًا قياس هذه الايونات الموجودة في طبقة الماء داخل جدران الخلية، ورغم ذلك فمن المعروف أن النشاطات للبروتينات، والتي تؤثر بدورها على تركيز ايون الهيدروجين pH، إذ عندما تزيد فإن نواتج SO_2 ربما تتغير، وكذلك النسبة بين الكبريت وثنائية الكبريت، مما يؤدي إلى اتلاف خلايا الأوراق.

٩-٣-٢ تأثير (SO_2) على التربة الزراعية

في بعض المساحات الزراعية، فإن التربة قد يوجد بها نقص في نسبة الكبريت، فمن الممكن أن تقوم الملوثات من ثاني أوكسيد الكبريت (SO_2) وأيضًا ثاني هيدريت الكبريت (H_2S) الموجودة في الهواء الجوي بتعويض هذا النقص، من خلال ترسباتها في التربة، ومن المحتمل أن تقدر بحدود ٦-١٢ جم/ متر مربع/ سنة، ومثل هذه

الكمية تزيد عما تحتاجه أغلب النباتات من الكبريت، وحينما تنمو النباتات على نحو سريع تحت الظروف الجوية، فإن وجود (SO_2) يحقق مكسب مهم للتربة، ولكن يعيق حدوث ذلك أنه في أغلب البلدان الأوروبية الصناعية، والباردة شتاءً، فإن نمو النباتات يكون محدودا خلال فصل الشتاء، بينما التلوث بمركب (SO_2) يكون متزايدًا، وللاستفادة من (SO_2) فإن أوراق النباتات يلزم أن تكون مستعدة للاستفادة بهذا الكبريت الداخل إليها، وإذا ما كانت التغيرات البيولوجية بطيئة لإجراء ذلك، فإن الايونات الضارة مثال(SO^{-2}_3) و (SO^{-3}_3) ربما تتجمع وينتج عنها تدمير للخلايا وللعمليات النمو والزراعة، ومما يعني أن زيادة (SO_2) في الجو قد يكون خاطئًا وليس مفيدًا، ومن أفضل أن يكون نقص الكبريت في التربة، من الممكن علاجه من خلال الأسمدة ذات التكاليف المحدودة، أي إن الإنزيمات بمركب (SO_2) لا يحقق غير ميزة اقتصادية محدودة جدًا.

٩-٤ المخاطر والأمراض المعدية:

يصنف علم الأوبئة بأنه واحد من فروع علم صحة البيئة؛ حيث يتناول الأمراض التي تنتشر بين التجمعات البشرية، واصفًا العلاقات بين الإنسان وبيئته، أو ما يطلق عليه الفرع الطبي من علم الأحياء؛ حيث يتناول علماء الأوبئة المتخصصة متابعة الأمراض المعتاد حدوثها في المواقع الجغرافية المتنوعة، وكيفية انتقالها بين الأفراد، ثم ما تحدثه من آثار أو نتائج بين مجموعات الأفراد، وحيث اتضح لهم بجلاء لماذا أن الأمراض المعدية والطفيليات أكثر انتشارًا في الدول النامية، مقارنة بالدول تامة النمو، وحيث يتركز واحد من المسارات الأساسية لهذه الأمراض في التلوث الحادث للطعام والماء، لاختفاء المعالجات الصحيحة والكامنة لمياه الصرف الصحي وجعلها نظيفة متقنة مع الاشتراطات الصحية، وخاصة ماء الشرب، الذي إن لم يسبق المعالجة الجيدة له، فيكون ناقلاً لمسببات الأمراض الكائنة خاصة في براز الأفراد.

وتفحص ذلك جيدًا يوضح الافتقاد الواضح للتعليم التطبيقي، الذي يوضح للأفراد الأمراض وكيف تنتقل وإمكانية منع ذلك الانتقال يصحب ذلك، وكنتيجة مباشرة إلى الافتقاد الواضح للمصادر الكافية لبناء وحدات صحية فعالة، واللازم لها من مرافق وخدمات، وذلك في مختلف الأماكن من المدينة إلى القرية إلى النجع. وعالميًا يصل عدد الأفراد، الذين لا يتوافر لهم مثل هذه المراكز الصحية إلى قرابة ٢٫٩ بليون فرد، وكذلك قرابة ١٫٤ بليون فرد لا تتوفر لهم ماء الشرب السليم. وأغلب أمراض الإسهال تنتقل عن هذا الطريق، والتي يتسبب بعضها في الوفيات، وقادر على سرعة الانتشار كأوبئة، وذلك مثال الكوليرا وحمى التيفود، وحدوث أي إسهال لدى

الأطفال الصغار يكون قاتلاً، إذا ما كان مصاحبًا له سوء التغذية وحدوث الجفاف وفقدان الماء.

وقد لا تكون هذه المشكلات حالة خاصة للعالم النامي، بل إنها تحدث أحيانًا على نحو متسع في الدول التامة النمو، ونتائج قاتلة ومدمرة، مثال إصابة قرابة ٣٧٠ ألف فرد بالإسهال في أحد الولايات في أمريكا عام ١٩٩٣؛ مما تسبب في دخول أكثر من ٤٠٠٠ فرد منهم إلى المستشفيات للعلاج، ويعزي السبب إلى ظروف عمليات تصنيع الغذاء، مما يعطي الفرصة للتلوث وانتقال الأمراض.

والمناطق الاستوائية من أكثرها خطورة ليس فقط بسبب الظروف المناخية، والتي الأكثر مناسبة لانتشار الأمراض، وذلك طوال العام .. بل كذلك لأن أغلب هذه الدول النامية والفقيرة تقع في تلك المناطق الاستوائية. ومن أهم الأمراض، والتي تتسبب فيها الحشرات الموجودة بهذه المناطق، تأتي الملاريا، والذي يتسبب فيها الناموس، والذي ينقل كذلك العديد من الأمراض الأخرى، مثال: حمى الدانج، الحمى الصفراء، تضخم الأعضاء (مرض الأفيال)، التهابات المخ والدماغ، وغيرها من الأمراض الخطيرة. ولكن بالتأكيد أن الأكثر خطورة هو الملاريا، والتي لا ينفع في مقاومتها إلا الاستخدام الدائم لأنواع المبيدات اللازمة لإبادة الناموس الناقل للملاريا، وقد كان ذلك ما حدث من مقاومة شديدة في عقد الخمسينيات من القرن العشرين، ولكن أدى تقريبًا إلى التخلص من الملاريا في أغلب الدول.

ولكن للأسف، اكتسب الناموس المقاومة لجميع المبيدات تقريبًا، لذلك لازال هدف القضاء عليه في المناطق الاستوائية قائمًا، والمشكلة القائمة أنه عندما ينجح واحد من المبيدات في القضاء على الناموس، فإن ذلك لا يستمر طويلاً، إذ سرعان ما يكتسب الناموس المقاومة لهذا المبيد، ويعود إلى نشر ما يحمله من مسببات الأمراض، وقد يكون استخدام أنواع الناموسيات، خاصة لحماية الأطفال من أنجح الوسائل للتعامل مع الناموس، واللازم العمل على توسيع استخدامها في المناطق الاستوائية، خاصة في إفريقيا، ويساعد على ذلك أنها قد تكون غير مكلفة.

وتشمل منطقة الصحة العالمية كذلك وجود مسببات أخرى للملاريا، مثال الآتي:

١- الري الخاطئ.

٢- بناء السدود وحجز المياه.

٣- إزالة الغابات والأحراش.

وذلك ما حدث في إفريقيا؛ وأدى إلى زيادة وصلت إلى ١٧ ضعف الإصابات السابقة بالملاريا. إذ كان المسبب الرئيسي لحدوث ذلك عمليات الري الخاطئ والزراعات الشديدة الكثافة؛ حيث تذكر منظمة الصحة العالمية إن من أهم المسببات التغيرات الجارية في استخدامات الأراضي، دون الأخذ في الحسبان المسببات الصحية الناتجة مع تلك التغيرات. ولا تزال المجهودات البحثية جارية من أجل تطوير أدوية معالجة ضد الملاريا، وكذلك للتوصل إلى تطعيم يتولى حماية الأفراد من الإصابة بالملاريا، ولكن ذلك لم يتحقق بعد، ومن المستبعد تجاهله كاملاً؛ إذ إن الملاريا ليس من السهل التعامل معها ومنع حدوثها بالتطعيم لفترات زمنية طويلة؛ ولذلك ظلت الناموسيات ورش المبيدات الأكثر فاعلية مقارنة بالتطعيمات.

لذلك تضاعفت أهداف منظمة الصحة العالمية، وتغيرت من القضاء على الملاريا إلى الخفض إلى نصف أعداد المصابين، خلال خمسة أعوام، ثم يليها الخفض إلى منتصف النصف في الخمسة أعوام التالية.

٩-٥ السرطانات والمسببات:

يحمل اسم مرض السرطان الكثير من المخاوف، وعدم التأكد من النتائج أو الشفاء؛ حيث أصبح من الأمراض الواسعة الانتشار، كما سبق الذكر، ففي عام ١٩٩٧ وصلت حالات الوفاة في أمريكا إلى نسبة ٢٣٪ من الإجمالي (١٢٤ ألف وفاة بسبب السرطانات من إجمالي ٥٤٠ ألف حالة وفاة) والمرض يصيب جميع الأعمار، الصغير والكبير، وإن كان بالطبع أوسع انتشارًا بين كبار السن.

والسؤال المطروح حاليًا: كيف تقوم الكيماويات (عطريات أو معادن) بالتسبب في الإصابة بالسرطان؟؟! والإجابة تشمل الفهم لعمليات نمو الخلايا في جسم الإنسان وحيث يحدث التغير في محتوى الجينات (DNA)، التي تحكم بدورها الخلايا في الإنسان. ففي النمو المعتاد يحدث النمو للخلايا من أنواع وأشكال محددة؛ لتؤدي وظائف محددة، سواء كانت هذه الخلايا في الجسم أو النظام أو الدم أو الكبد، وذلك على نحو مستمر وكذلك بعض الخلايا مثال خلايا الساق ، التي تعمل على الانقسام المستمر وحتى حدوث الوفاة، ولكن تبدأ الإصابة بالسرطان، إذا ما توقفت الخلايا عن الانقسام، وبالتالي أن تتوقف عن أداء وظائفها، وكذلك تتوقف عن أن تنمو أو أن تراقب ذلك النمو في أعضاء ودم الإنسان. وهذا ما تم تحديده من خلال الأبحاث الجارية حديثا، والتي حددت الجينات المتسببة في حدوث عدم المراقبة أو النمو، والتي تتماثل داخل جسم الإنسان، مع ما تحدثه القنابل الزمنية عندما تنفجر في أزمان محددة.

هذا، ومعروف حاليًا أن نمو السرطانات يحدث في عـد مـن الخطـوات وخـلال فترات زمنية طويلة، وحتى يبين كل خطوة والتي تليها، أو في أغلب الحالات يحـدث تتابع لعدد خمس خطوات وأكثر، لابد من حدوثها حتى يبدأ السرطان ينشط.

والإصابة بالسرطانات من البيئة المحيطة ينشأ، عندما تقـوم الكيماويـات بإصـابة الجينات (DNA) بنوع من عدم الرؤية أو الإعـياء، مما يجعـل الخلايـا تمتنـع عـن أداء وظائفها على النحو الصحيح، وكذلك تنشأ السرطانات بتأثيرات الإشعاعات (خاصة الأشعة الذرية أو القصيرة الموجات مثال فـوق البنفـسجية) عنـدما تـصدم بالجينـات وتجعلها تختل ولا تقوم بوظائفها، وإذا ما حدث ذلك للخلايا، فإن المصاب منها يأخذ عديدًا من السنوات؛ كي يبدأ في الانتقال إلى الخطوة التالية، وبذلك يمكن فهم كيفيـة أن تحدث الإصابة بالسرطان لفترة طويلة تصل إلى ٤٠ عامًا، حيث تنمو الخلايا خارج الرقابة وبالتالي تصنع الأنسجة، ويمتد إلى بقية أجـزاء الجـسم، وقـد تحـسن الكـشف المبكر عن حدوث السرطانات كثيرًا خلال الفترة الماضية، ومما نجـح في أن كثـيرًا مـن الأفراد نجحوا في أن يعيشوا لفترات طويلة بعد إصابتهم.

لكن أفضل استراتيجية للتعامل تتركز في المنع وعدم الحدوث، مما دفع حاليًـا إلى الاهتمام الكبير بالسرطانات الناتجة عن الظروف البيئية، وعادات وتصرفات الأفـراد، مثال التدخين أو التعرض للكيماويات أو الاشـعاعات، وإن كانـت لازالـت منظمـة الصحة العالمية ترى أن ٢٥٪ من السرطانات تنشأ من المسببات البيئية.

وتصف المخاطر البيئية بأنها من أوضح المـسببات لمـرض الإنـسان وشـقائه، ثـم وفاته. والسؤال الحاسم والمهم، إذا ما تم منع لهذه المخاطر، فـماذا سـتكون الأوضـاع بالنسبة للمسببات الأخرى مثـل العـدوى أو المخـاطر الطبيعيـة، أو حتـى التعـرض للكيماويات، وحتى لو أمكن ذلك فإنه لازالـت هناك ممرات متعـددة للمخـاطر، مـن أهمها الفقر والجوع

٩-٥-١ المركبات السرطانية:

يتعرض الأفراد في مختلف أنحاء العالم إلى التعرض للكيماويات المسببة للسرطان، سواء كانت هذه الكيماويات موجودة في الهواء أو الماء أو الغذاء أو التربـة، أو الأتربـة وخلافه؛ مما يتعاملون معه أو يستهلكونه كل يوم. ولكن هناك عددًا محدودًا مـن هـذه الكيماويات أصبحت معروفة بأنها مـسببة للـسرطان، ولكـن ربـما قـد يوجـد المئـات الأخرى من الكيماويات، التي لم يتم بعد تحديدها أو التأكد من أنهـا مـسببة، وربـما أن بعض الأفراد أو الأعمال في أماكن عملهم، فإنهم يتلامسون مع عديـد مـن المـسببات

للسرطان، وغالبا عند جرعات أعلى بكثير عما يتعرض به عامة الأفراد، وكذلك ما يقوم به الأفراد من الإصرار على التدخين، وبالتالي ما يتعرضون له، إضافةً إلى ما حولهم من أفراد يتعرضون للتدخين السلبي، وما يحمل هذا التدخين من مسببات للسرطان، إضافة إلى تلك المسببات فإن الأفراد قد يتعرضون لعوامل طبيعية، مثال الأشعة فوق البنفسجية مع أشعة الشمس، أو غيرها من مصادر الإشعاع، ومما يزيد من مخاطر الإصابات بالسرطان، وكذلك يضاعف من فرص الإصابات، التي أصبحت تتضاعف، خلال حياة الأفراد، وإلى قرابة خمسة أضعاف ما كان معروفًا سابقًا.

لكن يلزم في البداية التعريف بالسرطان، وكذلك بمسببات السرطان، فالسرطان في تعريف بسيط هو نوع من إحداث السمية على نحو بطئ، ولكن على صورة أكثر تعقيدًا.

واسم سرطان باللغة الإنجليزية (Cancer) مشتق أصلا من الكلمة اليونانية (scrab) والتي تعني برج السرطان، ومنها تتعدد الأسماء ثم تفرقت إلى مسميات مختلفة مثال ورم مؤذي أو خبيث (Malignant tumor & Neoplasm)، ثم شملت مجموعات الأعضاء والأنسجة لدى الأفراد المصابة بهذه الأورام، حيث حملت أيضًا أسماء متعددة، مثل: ورم سرطاني (Carcinoma) وورم ليمفاي (Lymphoma)، وورم الأنسجة (Sarcom)، وغيرها مما توصف بأنها أماكن من الإصابة بالسرطان، وظل اسم سرطان شاملاً لمجموعة كبيرة من الأمراض، التي تؤثر على كل من الإنسان والحيوان، وحيث يمكن أن ينشأ ويكبر في أي عضو أو نسيج أو خلايا مما يكون الجسم، وأهم خصائصه هو النمو غير الطبيعي وغير المحكوم لخلايا الجسم، وينتج عنه الضغط على الأعضاء أو النمو غير الصحيح أو المحكم للأعضاء والأنسجة، ويستمر في التكاثر دون توقف أو ينتقل في الجسد من مكان إلى آخر عبر الإصابة في الدم وإلى مسافات مختلفة، ويسبب إصابات أخرى معقدة في الأعضاء. وبالفحص الميكروسكوبي للخلايا المصابة، يتضح مدى الاختلاف في أحجامها وأشكالها وتكوينها عن الخلايا السليمة والطبيعية، والتي يحل مكانها الخلايا المصابة، وصولاً إلى أن لا تبقى أي خلايا سليمة، وبذلك يوضح علم الأمراض وجود أكثر من ١٠٠ نوع من السرطانات أمكن تعريفها، وإذا ما اعتمد في ذلك التوصيف على نتائج علم التشريح، فربما يزيد العدد إلى أكثر من ٢٠٠ نوع.



المراجع

- Ronald A. Bailey, Herbert M. Clark, James P. Ferris, Sanja Krause and Robert L. Strong, **"Chemistry of The Evironment"**, 2nd edition, Academic Press, 2002.

- أحمد مدحت إسلام، **«التلوث مشكلة العصر»**، عالم العرفة، العدد ١٥٢، ١٩٩٠.

- Harrison, R.M. Editor, **"Pollution: causes, effects and control"**, 2nd edition, the Royal Society of Chemistry, 1990.

- Joseph V. Rodricks, **"Calculated Risks"**, The toxicity and human health risks of chemicals in our environment, Cambridge University Press, 1994.

- محمد نجيب إبراهيم أبو سعدة، **«التلوث البيئي ودور الكائنات الدقيقة إيجابًا وسلبا»**، دار الفكر العربي، الطبعة الأولى، ٢٠٠٠.

- محمد كمال عبد العزيز، **«الصحة والبيئة – التلوث البيئي وخطره الداهم على صحتنا»**، مكتبة الأسرة (دار الطلائع)، ١٩٩٠.